



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
this Office.

願 年 月 日
Date of Application:

1999年11月11日

願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第320539号

願 人
Applicant(s):

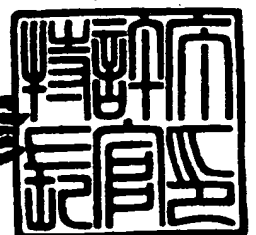
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 2931010137

【提出日】 平成11年11月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目 1 0 番 1 号 松下技
研株式会社内

【氏名】 本村 秀人

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特平 1 1 - 3 2 0 5 3 9

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 色情報交換方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発信デバイスの色の明度と彩度を変更して受信デバイスの色域外にある発信デバイスの色をすべて受信デバイスの色域内に一旦マッピングし、さらに受信デバイスの色域内にマッピングされた色の明度、彩度、色相を変更して発信デバイスの色の色カテゴリと一致するように再マッピングを行うことを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 2】 発信デバイスの色の明度、彩度、色相を変更して前記発信デバイスの色を受信デバイスの色空間にマッピングする際に、発信デバイスの色の明度、彩度、色相の変更量を発信デバイスの色と受信デバイスへのマッピング色の色カテゴリが一致するように決定することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 3】 マッピングは、発信デバイスの色空間内に設置した制御点を、受信デバイスの色空間内に設置した制御点にマッピングすることによって発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を保持することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の色情報交換方法。

【請求項 4】 発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点が、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 5】 発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点が、デバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 6】 発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点の一部が、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであり、かつ残りの制御点がデバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 7】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、測色的に一致していることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 8】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、色の見えとして一致していることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 9】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部が、受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と測色的に一致し、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点が受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と色の見えとして一致していることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 0】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 1】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の色の見えの違いが、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 2】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化され、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点の色の見えの違いが発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 3】 色の見えが一致する制御点、あるいは色の見えの違いが最小化された制御点を求める際に、発信デバイスと受信デバイスの色域のカスプの間にある色をテスト色として観察者に与え、観察者が特定した色を受信デバイスの重心制御点あるいは表面制御点に用いることを特徴とする請求項 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 4】 発信デバイスに呈示した色の色名を観察者が応答して色名ごとに呈示色の測色値を分類し、分類された各測色値データ群の明度成分の分散あ

るいは標準偏差の大小に応じて発信デバイスのカスプを受信デバイスの色域表面へマッピングすることを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 1 5】 観察者が応答する色名が、カテゴリカル基本色であることを特徴とする請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法。

【請求項 1 6】 観察者が応答する色名が、記憶色であることを特徴とする請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法。

【請求項 1 7】 観察者が応答する色名が、観察者が設定した色名であることを特徴とする請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法。

【請求項 1 8】 発信デバイスの色を受信デバイスの色空間にマッピングする際に、受信デバイスにおけるマッピング色の明度を、発信デバイスの色の色相と一致する受信デバイスの色域表面にマッピングされた発信デバイスのカスプの色の明度と、発信デバイスの明度軸と受信デバイスの明度軸でマッピングして選られたマッピング点の明度を、発信デバイスの色が持つ彩度と受信デバイス色空間内で発信デバイスの色の色相と明度を持つ色のうちの最高彩度の比で重み付けして決定することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 1 9】 発信デバイスの明度軸と受信デバイスの明度軸の間で実行する非線形マッピングが、発信デバイスの黒カテゴリとグレーカテゴリの境界の明度と受信デバイスの黒カテゴリとグレーカテゴリの境界の明度からなる2次元座標点と、発信デバイスの白カテゴリとグレーカテゴリの境界の明度と受信デバイスの白カテゴリとグレーカテゴリの境界の明度からなる2次元座標点と、発信デバイスの最低明度と受信デバイスの最低明度からなる2次元座標と、発信デバイスの最高明度と受信デバイスの最高明度からなる2次元座標を最適化する非線形関数で実行することを特徴とする請求項 1 8 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 0】 発信デバイスの色の明度と彩度を変更して受信デバイスの色域外にある発信デバイスの色をすべて受信デバイスの色域内に一旦マッピングするプリマッピング部と、前記受信デバイスの色域内にマッピングされた色の明度、彩度、色相を変更して発信デバイスの色の色カテゴリと一致するように再マッピングを行うメインマッピング部とを備えたことを特徴とする色情報交換装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はカメラ、スキャナ、モニタ、プリンタなど、あらゆる入力画像機器あるいは出力画像機器をつなぐカラーマネジメントシステムに使用できる色情報交換方法及びその装置に関する技術である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

画像機器のデジタル化とインターネットを中心としたネットワーク技術の進歩により、様々な画像機器がオープンシステム上で接続されるクロスメディアシステムが本格的に普及してきた。オープンシステムでは、個々の画像機器、アプリケーションが共通インターフェイスを持ち、汎用性、拡張性の高い構成を取る必要がある。色再現の観点から見ると、色情報を発信する画像機器、つまりカメラやスキャナーは取り込んだ色情報を正確にオープンシステムへ配信する必要がある。一方、色情報を受信し表示する画像機器、つまりディスプレイやプリンタは受け取った色情報を正確に表示する必要がある。たとえばカメラが正確に色情報を取得したとしても、ディスプレイが不適切な色情報を表示することにより、システム全体の色再現性は劣化する。

【 0 0 0 3 】

クロスメディアシステム上で色情報を管理するカラーマネジメントシステムにおける重要な技術のひとつとして色域マッピングがある。色情報を取り込む画像入力機器や色情報を表示する画像出力機器には様々なタイプがあり、クロスメディアシステムで結合されるメディアの色域が一致することは極希である。従って、色情報を発信する発信デバイスの色が色情報を受ける受信デバイスの色域外にあった場合、発信元の色情報とは異なる受信デバイスが出力できる色を代りに送信しなければならない。これが色域マッピングである。

【 0 0 0 4 】

従来、色域マッピングは に記載されているJan Morovicが開発したGCUSPが知られている。GCUSPは3つのステップからなり、第一のステップが彩度依存型非線形明度圧縮、第二のステップが圧縮方向を示すアンカー点の設定、第三のステ

ップがアンカー点へ向けた線形圧縮である。第一のステップでは（数 1）に従って明度が圧縮される。

【0 0 0 5】

【数 1】

$$L^*_{comp} = (1 - P_C)L^*_s + P_C \left[L^*_{d,max} - (L^*_{s,max} - L^*_s) \frac{L^*_{d,max} - L^*_{d,min}}{L^*_{s,max} - L^*_{s,min}} \right] \quad (1)$$

$$P_C = 1 - \sqrt{\frac{C^{*3}_s}{C^{*3}_s + 500000}}$$

明度の圧縮は、発信デバイスの明度を絶対的に保持する第一項と発信デバイスの明度レンジを受信デバイスの明度レンジに線形的に変換する第二項を P_C によって重み付けして算出される。 P_C は彩度 C^*_s が 0 のとき（つまり明度軸上）、1 となり、発信デバイスの明度 L^*_s は線形圧縮され、 P_C は彩度 C^*_s が 1 のとき（つまり色域表面上）、0 となり発信デバイスの明度 L^*_s そのものが受信デバイスでのマッピング色の明度となる。 P_C は、ガウス分布的な形状を持ち、明度の変化は彩度に依存して非線形性を持つことになる。

【0 0 0 6】

（数 1）の第二項の目的は、高彩度部で発信デバイスの明度を保つことによって、受信デバイスへの色域圧縮に起因する彩度低下を抑えるところにあり、かつ P_C を用いて明度軸（無彩色）から高彩度域への彩度制御を非線形に行い、有彩色の領域を優先的に発信デバイスの明度を保存するところにある。第二のステップでは明度軸上に圧縮方向を示すアンカー点を設定するが、前記アンカー点の明度を受信デバイスの色域のカスプの明度とする。カスプとはある色相角における最高彩度点を意味する。従ってカスプは各色相角において最も鮮やかな色を持った領域であり、カスプの明度を狙って圧縮を行う目的は、第一のステップ同様、受信デバイスの色域圧縮による彩度低下を最小限に抑えるところにある。第 3 のステップでは第 2 のステップで設定した圧縮方向に従って線形に彩度が圧縮される。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来例では、彩度低下の最小化を重視した色域圧縮は考慮されているものの、マッピング実行後の色再現性を明度、彩度、色相の3つの属性を総合的に考慮するには至っていない。色再現性は彩度のみに依存して決まるものではなく、明度、色相も重要な決定要因である。

【0008】

色域圧縮においては、発信デバイスと受信デバイスの色域の違いから測色的に、あるいは色の見えとして同じ色を再現することができない。そこで色差を最小とするなどの従来の測色的色再現や色の見え色再現の設計指標は適応できないという課題を有していた。

【0009】

そこで本発明では、色再現性の評価ができるのは観察者のみであるという考えに基づいて、観察者の色知覚特性をカラーネーミングによって収集し、色カテゴリーカルな観点から観察者の色知覚特性をモデル化し、発信デバイスにおける観察者の色カテゴリーカル特性が受信デバイスで再現されるように、明度、彩度、色相の3つの属性を総合的に制御して色域マッピングを設計することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明は、発信デバイスの色域を受信デバイスの色域へ一旦マッピングし、その後、発信デバイスの色と受信デバイスの色の色カテゴリーが一致するように再マッピングを行う。

【0011】

前記再マッピングの設計には観察者の色知覚を反映させる。発信デバイスと受信デバイスのそれぞれに複数のテスト色を呈示し、観察者は前記テスト色の色名を応答し、テスト色の測色値を観察者が応答した色名に応じて分類して、その色名群ごとに重心ベクトル、分散共分散ベクトルを求める。前記分散共分散ベクトルをもとに、前記重心ベクトルから発信デバイスの色までの測色的距離を正規化し、正規化距離をもとに発信デバイスと受信デバイスの色カテゴリーカル特性を把握して、発信デバイスの色と受信デバイスの色の色カテゴリーカル特性が一致する

ように色域マッピング用の明度、彩度、色相の変更量を決定する。前記明度、彩度、色相の変更量は発信デバイスの色の明度、彩度、色相に加算され、受信デバイスへのマッピング色が決定される。

【0012】

前記加算は発信デバイスと受信デバイスの色空間にそれぞれ設けられた重心制御点どうしと表面制御点どうしをマッピングするように働く。重心制御点は観察者を用いたカラーネーミングで色名ごとに分類された測色値データベースの重心に値する。表面制御点は色域表面あるいは色域表面付近に設け、色域形状を制御するアンカー点として機能する。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、発信デバイスの色の明度と彩度を変更して受信デバイスの色域外にある発信デバイスの色をすべて受信デバイスの色域内に一旦マッピングし、さらに受信デバイスの色域内にマッピングされた色の明度、彩度、色相を変更して発信デバイスの色の色カテゴリと一致するように再マッピングを行うことを特徴とするもので、発信デバイスの色域を受信デバイスの色域にマッピングするとともに、発信デバイスの色の色カテゴリと受信デバイスの色カテゴリの一致をマッピング設計の指針とすることにより、観察者の色知覚を考慮にいった上で色域マッピングを設計できる作用を有する。

【0014】

請求項2に記載の発明は、発信デバイスの色の明度、彩度、色相を変更して前記発信デバイスの色を受信デバイスの色空間にマッピングする際に、発信デバイスの色の明度、彩度、色相の変更量を発信デバイスの色と受信デバイスへのマッピング色の色カテゴリが一致するように決定することを特徴とするもので、発信デバイスの色の色カテゴリと受信デバイスの色カテゴリの一致をマッピング設計の指針とすることにより、観察者の色知覚を考慮にいった上で色域マッピングを設計できる作用を有する。

【0015】

請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の色情報交換方法に

において、マッピングは、発信デバイスの色空間内に設置した制御点を受信デバイスの色空間内に設置した制御点にマッピングすることによって発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を保持することを特徴とするもので、色カテゴリカルな特性の保存を実現するマッピング方法を幾何学的に特定する作用を有する。

【0016】

請求項4に記載の発明は、請求項3記載の色情報交換方法において、発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点が観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色知覚情報を与える作用を有する。

【0017】

請求項5に記載の発明は、請求項3記載の色情報交換方法において、発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点がデバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法にデバイスの色域形状情報を与える作用を有する。

【0018】

請求項6に記載の発明は、請求項3記載の色情報交換方法において、発信デバイス色空間と受信デバイス色空間に設定した制御点の一部が観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであり、かつ残りの制御点がデバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色知覚情報とデバイスの色域形状情報を与える作用を有する。

【0019】

請求項7に記載の発明は、請求項3記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が測色的に一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色マッチングの効果を与える作用を有する。

【0 0 2 0】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が色の見えとして一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に色の見えマッチングの効果を与える作用を有する。

【0 0 2 1】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部が受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と測色的に一致し、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点が受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と色の見えとして一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色マッチングの効果と色の見えマッチング効果を与える作用を有する。

【0 0 2 2】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の測色的距離が発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色的違いを最小化する効果を与える作用を有する。

【0 0 2 3】

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の色の見えの違いが発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に色の見えの違いを最小化する効果を与える作用を有する。

【0 0 2 4】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部の測色的距離が発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化され、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と受信デ

バイスの色空間内に設置したその他の制御点の色の見えの違いが発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法の一部に測色的違いを最小化する効果を与え、その他に色の見えの違いを最小化する効果を与える作用を有する。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 3 記載の色情報交換方法において、色の見えが一致する制御点、あるいは色の見えの違いが最小化された制御点を求める際に、発信デバイスと受信デバイスの色域のカスプの間にある色をテスト色として観察者に与え、観察者が特定した色を受信デバイスの重心制御点あるいは表面制御点に用いることを特徴とするもので、短時間で色の見えが一致する色あるいは色の見えの違いが最も小さい色を特定できる作用を有する。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 4 に記載の発明は、発信デバイスに呈示した色の色名を観察者が応答して色名ごとに呈示色の測色値を分類し、分類された各測色値データ群の明度成分の分散あるいは標準偏差の大小に応じて発信デバイスのカスプを受信デバイスの色域表面へマッピングすることを特徴とするもので、色再現性を決める要因のひとつである色の鮮やかさをカスプにより制御する際に、発信デバイスの色カテゴリの明度方向の広がりに応じて受信デバイスに対するカプスのマッピングするように明度を決定して、高彩度色の鮮やかさの再現性を高める作用を有する。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法において、観察者が応答する色名が、カテゴリカル基本色であることを特徴とするもので、色空間内に欠落や重複なく色カテゴリカルな特性を記述できる作用を有する。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法において、観察者が応答する色名が記憶色であることを特徴とするもので、好ましい色再現の良し悪しを大きく左右する記憶色を優先的に制御して色再現性を効率的に高める作用を有する。

請求項 1 7 に記載の発明は、請求項 1 4 記載の色空間情報交換方法において、観

観察者が応答する色名が観察者が設定した色名であることを特徴とするもので、観察者固有の色カテゴリーカル特性に則って観察者固有の色再現性を高めることができる作用を有する。

【0 0 2 9】

請求項 1 8 に記載の発明は、発信デバイスの色を受信デバイスの色空間にマッピングする際に、受信デバイスにおけるマッピング色の明度を、発信デバイスの色の色相と一致する受信デバイスの色域表面にマッピングされた発信デバイスのカスプの色の明度と、発信デバイスの明度軸と受信デバイスの明度軸でマッピングして選ばれたマッピング点の明度を、発信デバイスの色が持つ彩度と受信デバイス色空間内で発信デバイスの色の色相と明度を持つ色のうちの最高彩度の比で重み付けして決定することを特徴とする色情報交換方法としたもので、発信デバイスと受信デバイスの色域の違いの影響を最も受ける色域表面の色の明度をカスプを制御手段として色カテゴリーの明度方向の広がりに応じてマッピング方法を設計し、かつ発信デバイスと受信デバイスの色域の違いの影響を最も受けない無彩色である明度軸上の色の明度のマッピングの双方が考慮される作用を有する。

【0 0 3 0】

請求項 1 9 に記載の発明は、請求項 1 8 に記載の色情報交換方法において、発信デバイスの明度軸と受信デバイスの明度軸の間で実行する非線形マッピングが、発信デバイスの黒カテゴリーとグレーカテゴリーの境界の明度と受信デバイスの黒カテゴリーとグレーカテゴリーの境界の明度からなる 2 次元座標点と、発信デバイスの白カテゴリーとグレーカテゴリーの境界の明度と受信デバイスの白カテゴリーとグレーカテゴリーの境界の明度からなる 2 次元座標点と、発信デバイスの最低明度と受信デバイスの最低明度からなる 2 次元座標と、発信デバイスの最高明度と受信デバイスの最高明度からなる 2 次元座標を最適化する非線形関数で実行することを特徴とするもので、白、グレー、黒という無彩色に対する観察者の色知覚特性を発信デバイスと受信デバイス間で保持してマッピングできる作用を有する。

【0 0 3 1】

請求項 2 0 に記載の発明は、発信デバイスの色の明度と彩度を変更して受信デバイスの色域外にある発信デバイスの色をすべて受信デバイスの色域内に一旦マ

ッピングするプリマッピング部と、前記受信デバイスの色域内にマッピングされた色の明度、彩度、色相を変更して発信デバイスの色の色カテゴリと一致するように再マッピングを行うメインマッピング部とを備えたことを特徴とするもので、発信デバイスの色域を受信デバイスの色域にマッピングするとともに、発信デバイスの色の色カテゴリと受信デバイスの色カテゴリの一致をマッピング設計の指針とすることにより、観察者の色知覚を考慮にいたした上で色域マッピングを設計できる作用を有する。

【0032】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

【0033】

(実施の形態1)

図1に、本発明の実施の形態1における発信デバイスの色情報を受信デバイスに送信するカラーマネジメントシステムの構成を示し、以下に説明する。

【0034】

発信デバイスとして、カメラ、スキャナ、ディスプレイなど、受信デバイスとしてディスプレイ、プリンタ、プロジェクタなどがあるが、本実施形態では発信デバイスの例としてCRTディスプレイを、受信デバイスの例としてプリンタを想定して説明する。

【0035】

図1において、発信デバイス駆動装置1002はCRTディスプレイに画像を表示するとともに、CRT用プロファイルに格納されたCRTディスプレイの入出力特性を参照してCRTディスプレイの表示色の測色値を送出する。受信デバイス駆動装置1012はプリンタを駆動するとともに、プリンタ用プロファイルに格納されたプリンタの入出力特性を参照して受信デバイス駆動装置1012が受信した測色値がプリント上に印刷されるような適切なプリンタドライブ信号を算出する。発信デバイス駆動装置1002が送出したCRTディスプレイの表示色の測色値は極座標変換部1004に入力して、明度、彩度、色相に変換される。CRTディスプレイの表示色の明度、彩度、色相は2つの系に供給される。その1つは色域マッピング本体の系であり、プリマッピング部1009とメインマッピング部10

10の処理を経て色域マッピングが実行される。他方の系は色域形状制御係数を求めるための系で、最大彩度色設定部1005へ与えられ、プリマッピング部1006と最大彩度色用メインマッピング部1007の処理を経て色域形状制御係数算出部1008で色域形状制御係数が算出される。前記色域形状制御係数はメインマッピング部1010に与えられ、メインマッピングに使用される。メインマッピング部1010の出力は直交座標変換部1011で極座標の明度、彩度、色相から直交系の測色値に変換され、受信デバイス駆動装置1012へ与えられる。

【0036】

CRTディスプレイの色域は、一般にプリンタの色域より広く、色域マッピングが必要になる。そこで、本発明の特徴は、CRTディスプレイ色空間からプリンタ色空間へ色域マッピングにおいて、プリマッピング部1009でプリンタ色域外に存在するCRTディスプレイの色をすべてプリンタ色域内へ移動し、メインマッピング部1010で発信色の色カテゴリと受信色の色カテゴリが一致するように再マッピングを行うものである。これにより、メインマッピング部1010の再マッピングは色カテゴリの保持を目標に定量的に設計することができるようになる。

【0037】

次に、本発明の特徴であるプリマッピング及びメインマッピングの考え方について説明する。

【0038】

図2を用いてプリマッピング部1009のマッピング方法について説明する。CIELAB空間を極座標変換して求めた明度 L^* －彩度 C^* －色相 H 空間において、図2はCRTディスプレイの発光色の色相 H_s における色域の明度 L^* －彩度 C^* 切断面である。左側がCRTディスプレイの色域の切断面であり、6001はCRTディスプレイ色域の境界を示す。右側がプリンタ色域の切断面であり、6002はプリンタ色域の境界を示す。

【0039】

プリマッピング部1009は、最初に明度軸上の点6003と色域境界上の点

6 0 0 4 の 2 点 を 決 定 し、 (数 1) に 示 す よう に 発 信 デ バ イ ス (C R T デ ィ ス プ レ イ) の 色 の 彩 度 の 飽 和 度 で 点 6 0 0 3 と 点 6 0 0 4 を 内 挿 し て プ リ マ ッ ピ ン グ 点 を 決 定 す る。

【 0 0 4 0 】

【 数 2 】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ C^* \\ H \end{bmatrix}_s = \begin{bmatrix} (1-C_r)L^*_{u,g} + C_r L^*_{u,surface} \\ C_r C_{d,max} \\ H_r \end{bmatrix} \quad (2)$$

こ こ で $L^*_{u,g}$ は 点 6 0 0 3 の 明 度 を、 $L^*_{u,surface}$ は 点 6 0 0 4 の 明 度 を そ れ ぞ れ 表 す。 ま た C_r は (数 3) で 与 え ら れ る。

【 0 0 4 1 】

【 数 3 】

$$C_r = \frac{C^*_s}{C^*_{s,max}} \quad (3)$$

こ こ で C^*_s は 発 信 デ バ イ ス (C R T デ ィ ス プ レ イ) の 色 の 彩 度 を、 $C^*_{s,max}$ は 発 信 デ バ イ ス (C R T デ ィ ス プ レ イ) の 色 と 等 輝 度、 等 色 相 を 持 つ 発 信 デ バ イ ス 色 域 内 の 最 大 彩 度 色 の 彩 度 を 示 す。

次 に、 点 6 0 0 3 の 明 度 $L^*_{u,g}$ と 点 6 0 0 4 の 明 度 $L^*_{u,surface}$ の 求 め た 方 を 説 明 す る。 明 度 $L^*_{u,g}$ は (数 2) に よ っ て C R T デ ィ ス プ レ イ の 色 6 0 0 5 の 明 度 L^*_s を 線 形 圧 縮 し て 得 る。

【 0 0 4 2 】

【 数 4 】

$$L^*_{u,g} = L^*_{d,min} + (L^*_{d,max} - L^*_{d,min}) \frac{L^*_s - L^*_{s,min}}{L^*_{s,max} - L^*_{s,min}} \quad (4)$$

こ こ で $L^*_{s,max}$ は、 C R T デ ィ ス プ レ イ の 色 域 の 最 大 輝 度、 $L^*_{s,min}$ は C R T デ ィ ス プ レ イ の 色 域 の 最 低 輝 度、 $L^*_{d,max}$ は プ リ ン タ の 色 域 の 最 大 輝 度、 $L^*_{d,min}$ は プ リ ン タ の 色 域 の 最 低 輝 度 を 表 す。

【0 0 4 3】

一方、点 6 0 0 4 の明度 $L^*_{u,surface}$ は CRT ディスプレイの色 6 0 0 5 の明度 L^*_s を (数 5) に与えて得る。

【0 0 4 4】

【数 5】

$$L^*_{u,surface} = \begin{cases} L^*_{d,min} + (L^*_{s,cusp,mapped} - L^*_{d,min}) \frac{L^*_s - L^*_{s,min}}{L^*_{s,cusp} - L^*_{s,min}} & (L^*_s \leq L^*_{s,cusp,mapped}) \\ L^*_{s,max} - (L^*_{d,max} - L^*_{s,cusp,mapped}) \frac{L^*_{s,max} - L^*_s}{L^*_{s,max} - L^*_{s,cusp}} & (L^*_s > L^*_{s,cusp,mapped}) \end{cases} \quad (5)$$

ここで、 $L^*_{s,cusp}$ は、CRT ディスプレイのカスプの輝度、 $L^*_{s,cusp,mapped}$ はプリンタ色域表面にマッピングされた CRT ディスプレイのカスプの明度を表す。

【0 0 4 5】

以下、プリンタ色域表面にマッピングされた CRT ディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s,cusp,mapped}$ の算出方法を説明する。

【0 0 4 6】

図 3 は、CRT ディスプレイとプリンタのカスプの例を示す。カスプとはある色相において最大彩度を持つ色域の尖った部分であり、図 3 (a) は、CIELAB 色空間の a^*-b^* 平面へ投影したカスプであり、7 0 1 は CRT ディスプレイのカスプ、7 0 2 はプリンタのカスプである。図 3 (b) は、色相 H - 明度 L^* 平面へ投影したカスプであり、7 0 3 は CRT ディスプレイのカスプ、7 0 4 はプリンタのカスプである。図 3 が示すようにカスプは中輝度部で高彩度を持つため、観察者の注目を引く色を持ち、色再現性の観点からカスプのコントロールは色域マッピングの設計の鍵になる。

【0 0 4 7】

図 4 は、色相 H - 明度 L^* 平面へ投影した CRT ディスプレイとプリンタのカスプであり、8 0 1 と 8 0 2 は CRT ディスプレイのカスプ、8 0 3 と 8 0 4 はプリンタのカスプ、そして 8 0 5 と 8 0 6 はプリンタ色域表面にマッピングされた CRT ディスプレイのカスプである。また 8 0 7 と 8 0 9 は CRT ディスプレイの表示色、8 0 8 は (数 5) によってプリンタ色域表面にマッピングされた点 8 0 7 のマッ

ピンク色であり、810は（数5）によってプリンタ色域表面にマッピングされた点809のマッピング色である。図4(a)は、CRTディスプレイの色の明度 L^*_s がプリンタ色域表面にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, cusp, mapped}$ より小さい場合で、図4(b)は、CRTディスプレイの色の明度 L^*_s がプリンタ色域表面にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, cusp, mapped}$ より大きい場合であり、カスプデータ（801から806）は図4(a)と図4(b)の間で同一である。CRTディスプレイの色の明度 L^*_s がプリンタ色域表面にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, cusp, mapped}$ より小さい場合（図4(a)）、

【0048】

【数6】

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \quad (6)$$

からCを求め、

【0049】

【数7】

$$L^*_{u, surface} = L^*_{d, min} + C \quad (7)$$

によって $L^*_{u, surface}$ を得る。これは（数3）のうち、 $L^*_s \leq L^*_{s, cusp, mapped}$ の場合の式に一致する。一方、入力色の明度 L^*_s がプリンタ色域にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, cusp, mapped}$ より大きい場合（図4(b)）、

【0050】

【数8】

$$\frac{E}{F} = \frac{G}{H} \quad (8)$$

からGを求め、

【0051】

【数 9】

$$L^*_{u,surface} = L^*_{d,max} + G \quad (9)$$

によって $L^*_{u,surface}$ を得る。これは（数 5）のうち、 $L^*_s > L^*_{s, cusp, mapped}$ の場合の式に一致する。

【0 0 5 2】

次に、（数 5）の中の $L^*_{s, cusp, mapped}$ （プリンタ色域にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度）の求め方を説明する。図 3 に示すようにCRTディスプレイのカスプ 7 0 3 はプリンタのカスプ 7 0 4 と異なる明度を持ち、この傾向は多くの画像デバイス間で観察される。そこで本発明では色域表面における色カテゴリ分布を考慮して発信デバイス（CRTディスプレイ）のカスプを受信デバイス（プリンタ）の色域表面にマッピングする。図 5 (a) は、CRTディスプレイの色域表面上の色カテゴリ分布を示し、図 5 (b) はプリンタの色域表面上の色カテゴリ分布を示す。白三角（△）は赤、黒プラス（+）は茶色、黒ばつ（×）はピンク、黒丸（●）はオレンジ、白くさび（◇）は黄色、黒三角（▲）は緑、白四角（□）は青、黒くさび（◆）は紫色を示す。CRTディスプレイ、プリンタともに共通している特徴として、色ごとに明るさ方向に関する分布の広がりが異なっている点である。たとえば緑（▲）や青（□）は明度方向に大きな広がりを持っているが、黄色（◇）や赤（△）の明度方向の広がり小さい。そこで発信デバイス（CRTディスプレイ）の色域表面上の色を受信デバイス（プリンタ）の色域表面にマッピングする際、マッピング対の間で色カテゴリの一致を成立させるには、広がり小さい黄色（◇）や赤（△）の明度は限られた範囲にマッピングしなければならない。

【0 0 5 3】

一方、彩度の面から見ると、発信デバイスのカスプは受信デバイスのカスプにマッピングすべきである。従って、色カテゴリの一致と彩度保持の 2 つの目標を適当にバランスしてマッピング点を決める必要があることが理解できる。そこで本発明は、発信デバイスのカスプのうち、明度方向への広がり大きな色は発信デバイスのカスプ付近にマッピングし、明度方向への広がり小さい色は受信デ

バイスのカスプ付近にマッピングする。従って、たとえば、黄色（◇）や赤（△）は明度方向への広がり小さいため、CRTディスプレイのカスプのうち、黄色（◇）や赤（△）に属する部分はプリンタのカスプ上にマッピングする。一方、緑（▲）や青（□）は明度方向への広がり大きいため、CRTディスプレイのカスプのうち、緑（▲）や青（□）に属する部分はCRTディスプレイのカスプ上にマッピングする。この考え方を実現するためにカスプ明度差補正係数 t が導入され、プリンタ色域にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, \text{cusp}, \text{mapped}}$ は（数 1 0）によって計算される。

【0 0 5 4】

【数 1 0】

$$\begin{aligned} L^*_{s, \text{cusp}, \text{mapped}} &= L^*_{d, \text{cusp}} + te \\ e &= L^*_{s, \text{cusp}} - L^*_{d, \text{cusp}} \geq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、 $L^*_{d, \text{cusp}}$ はプリンタのカスプの輝度を表す。

【0 0 5 5】

プリンタ色域にマッピングされたCRTディスプレイのカスプの明度 $L^*_{s, \text{cusp}, \text{mapped}}$ は、カスプ明度差補正係数 t が大きいほどCRTディスプレイのカスプに近づき、カスプ明度差補正係数 t が小さいほどプリンタのカスプに近づく。従って、上述した本発明の考え方に則れば、明度方向への広がり大きい色はカスプ明度差補正係数 t を大きくし、明度方向への広がり小さい色はカスプ明度差補正係数 t を小さくすることになる。カスプ明度差補正係数 t は（数 1 1）で与えられる。

【0 0 5 6】

【数 1 1】

$$t = p_{s,i} \frac{H_{i+1} - H_i}{H_{i+1} - H_i} + p_{s,i+1} \frac{H_i - H_{i-1}}{H_{i+1} - H_{i-1}}, \quad (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (11)$$

ここで H_i は、分割色相 i 番目の色相角で、 $p_{s,i}$ は（数 1 2）で与えられる。

【0 0 5 7】

【数 1 2】

$$p_{s,j} = \frac{s'_{LL,j}}{s'_{LL,\max}}, \quad (j=1,2,\dots,7, p_{s,7} = p_{s,1}) \quad (12)$$

$$s'_{LL,j} = \max\left(\frac{s_{LL,j}}{\min(s_{LL,k})} - 1\right)$$

$$s'_{LL,k} = \frac{s_{LL,k}}{\min(s_{LL,k})} - 1, \quad (k=1,2,\dots,6)$$

ここで $s_{LL,k}$ は、色カテゴリ k の明度成分 L^*_k の標準偏差を表し、 $\max()$ は $()$ 内の要素の中の最大値を表し、 $\min()$ は $()$ 内の要素の中の最小値を表す。ただし、 $p_{s,7} = p_{s,1}$ である。

【0 0 5 8】

色カテゴリ k の明度成分 L^*_k の標準偏差 $s_{LL,k}$ は、観察者を用いたカラーネーミングから算出する。プリンタで複数のテスト色を呈示し、観察者は与えられた色名でテスト色の色名を応答する。テスト色の測色値を観察者が応答した色名に応じて分類して各色名ごとに（数 1 3）に示す分散共分散行列を計算する。

【0 0 5 9】

【数 1 3】

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{bmatrix}_i$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_1 - \mu_1)^2 & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_1 - \mu_1)(x_2 - \mu_2) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_1 - \mu_1)(x_3 - \mu_3) \\ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_2 - \mu_2)(x_1 - \mu_1) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_2 - \mu_2)^2 & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_2 - \mu_2)(x_3 - \mu_3) \\ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_3 - \mu_3)(x_1 - \mu_1) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_3 - \mu_3)(x_2 - \mu_2) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_3 - \mu_3)^2 \end{bmatrix}_i \quad (13)$$

色名には、（表 1）に示すようなカテゴリカル基本色を用いた。

【0 0 6 0】

【表 1】

	S_L^2	$S_L S_a$	$S_L S_b$
カテゴリ名	$S_L S_a$	S_{aa}^2	$S_a S_b$
	$S_L S_b$	$S_a S_b$	S_{bb}^2
1	547.14	-5.32	72.39
無彩色	-5.32	42.50	-29.22
	72.39	-29.22	115.28
2	84.91	92.32	66.39
赤	92.32	150.97	83.74
	66.39	83.74	171.29
3	289.98	-54.61	125.78
茶色	-54.61	120.48	-105.61
	125.78	-105.61	346.42
4	173.26	-98.38	7.37
ピンク	-98.38	253.98	-37.42
	7.37	-37.42	83.36
5	197.10	-62.18	32.23
オレンジ	-62.18	226.65	-54.15
	32.23	-54.15	320.82
6	13.04	-3.02	-11.40
黄色	-3.02	23.64	-50.15
	-11.40	-50.15	340.27
7	202.48	52.16	18.75
緑	52.16	219.84	22.72
	18.75	22.72	372.51
8	335.67	-191.86	126.79
青	-191.86	295.46	-129.90
	126.79	-129.90	164.13
9	223.89	-97.20	71.21
紫	-97.20	223.21	-45.20
	71.21	-45.20	102.39

カテゴリカル基本色には白、黒、灰色が含まれるが、本実施例ではこれらをまと

めて無彩色としている。(表 1) にプリンタの分散共分散行列の例を示す。なお、測色値をすべて正の値にするために(数 1 4) によって $[L^* \ a^* \ b^*]^t$ を $[\alpha \ \gamma \ \beta]^t$ に変換し、 $[\alpha \ \gamma \ \beta]^t$ を用いて分散共分散行列を求めた。

【0 0 6 1】

【数 1 4】

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 78 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (14)$$

分散共分散行列の中で明度の分散は 1 行め 1 列め s_{LL}^2 であり、これを(数 1 0) に与えて、 $p_{s,i}$ を得る。(数 1 1) は 2 つの色相における $p_{s,i}$ を内挿する機能であり、カスプ明度差補正係数 t の実態は $p_{s,i}$ にある。(表 2) (a) に(表 1) に示した明度の標準偏差から(数 1 2) で算出した $p_{s,i}$ を示す。(数 1 1) に示すように、 $p_{s,i}$ は 6 つの値を持ち、これらは 6 つの分割色相上で定義し、前記分割色相以外では入力色の色相 H_s と 2 つの隣接分割色相 H_i, H_{i+1} との内分比で内挿する。前記分割色相には、RGB デジタルカウント (d_r, d_g, d_b) として赤、緑、青の 1 次色とシアン、マゼンタ、イエロの 2 次色を用いる。つまり、(表 2) (b) に示すように、 $(d_r, d_g, d_b) = (255, 0, 0)$ で CRT ディスプレイを発光させたときの色相、 $(d_r, d_g, d_b) = (255, 255, 0)$ で CRT ディスプレイを発光させたときの色相などである。ただし、無彩色を除く 8 つの色カテゴリと 6 つの分割色相の関係は、(表 2) (b) に示す通りである。

【0 0 6 2】

【表 2】

(a)

カテゴリ名	$P_{s,i}$
2 赤	0.381
3 茶色	0.912
4 ピンク	0.649
5 オレンジ	0.709
6 黄色	0
7 緑	0.722
8 青	1
9 紫	0.772

(b)

分割色相	デジタルカウント (dr, dg, db)	対応する カテゴリ名	$P_{s,i}$
36.1	(255, 0, 0)	2 赤	0.381
98.2	(255, 255, 0)	6 黄色	0.000
143.4	(0, 255, 0)	7 緑	0.722
203.2	(0, 255, 255)	8 青	1.000
296.5	(0, 0, 255)	9 紫	0.772
330.5	(255, 0, 255)	4 ピンク	0.649

以上、点 6003 の明度 $L^*_{u,g}$ と点 6004 の明度 $L^*_{u,surface}$ の求めた方を説明した。

【0063】

(表 2) (b) のデータを (数 4) に適用して CRT ディスプレイ のカスプ をマッピングした結果を図 6 に示す。12001 は CRT ディスプレイ のカスプ、12002 はプリンタ のカスプ、12003 は (数 4) でマッピングされた CRT ディスプ

レイのカスプである。色相角0度から100度付近の赤から黄色の領域ではマッピングされたカスプ12003がプリンタのカスプ12002に一致していることが確認できる。また、100度付近の黄色から200度付近の青へ変化する範囲ではマッピングされたカスプ12003がプリンタのカスプ12002からCRTのカスプ12001へ接近していることが確認できる。

【0064】

なお、本実施の形態では、明度軸上のマッピングを（数3）に示すような線形マッピングを用いて説明したが、本発明は明度軸上のマッピング方法に制限を与えるものではなく、（数3）の代わりに非線形マッピングを適応することもできる。たとえば、発信デバイスと受信デバイスの双方で、明度軸上の色に対して観察者が知覚する黒とグレーの境界の明度と、グレーと白の境界の明度発信デバイスの明度軸上の色の明度を求める。発信デバイスから受信デバイスへの明度軸上の明度マッピングは、前記黒とグレーの境界と前記グレーと白の境界、さらに最低明度どうしのマッピングと最高明度どうしのマッピングの4点を基準にして、折れ線近似や曲線近似などで全明度をカバーすれば非線形マッピングが設計できる。本発明は、明度軸上のマッピング方法に制限を与えるものではなく、発信デバイスの明度軸上の色の明度を受信デバイスの明度軸上の色の明度にマッピングする方法は任意であることを特筆しておく。

【0065】

また、観察者を用いたカラーネーミングの色名に（表1）に示すカテゴリカル基本色名を用いたが、本発明はカテゴリカル基本色名に制限されるものではなく、色再現性を決める重要な要因である記憶色や、観察者自信が設定した色名など、任意の色名を用いてカラーネーミングを実現できることを特筆しておく。

【0066】

以上、図1のプリマッピング部1009のマッピング方法を説明した。

【0067】

次に、図1のメインマッピング部1010のマッピング方法について説明する。メインマッピング部1010は、（数15）に示すように2つのマッピング動作でプリマップド測色値を最終マッピング点へ変換するものである。

【0 0 6 8】

【数 1 5】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ C^* \\ H \end{bmatrix}_d = \begin{bmatrix} L^* \\ C^* \\ H \end{bmatrix}_s + FMW_m + JC_r(1-F)PW_r \quad (15)$$

ここで、 $[L^* C^* H]_u$ は、プリマップド測色値を表わし、(数 2) で与えられる。また、行列Mは、重心制御点差分行列、行列Pは表面制御点差分行列、 w_m は重心差分重み付け係数、 w_r は表面差分重み付け係数、Fは表面制御点マッピング抑制係数、 C_r は発信デバイス色彩度飽和度、行列Jは色域形状制御係数行列である。

(数 1 5) に示すようにメインマッピング部 1 0 1 0 は、 FMW_m なるマッピングと $JC_r(1-F)PW_r$ なるマッピングの 2 つのマッピングからなる。前者の FMW_m のうち、 MW_m は発信デバイスと受信デバイスの色空間にそれぞれ設けられた重心制御点をマッピングする機能を持ち、重心制御点マッピングと呼ぶ。後者の $JC_r(1-F)PW_r$ のうち、 JC_rPW_r は発信デバイスと受信デバイスの色空間にそれぞれ設けられた表面制御点をマッピングする機能を持ち、表面制御点マッピングと呼ぶ。表面制御点マッピング抑制係数Fは、重心制御点マッピング MW_m と表面制御点マッピング JC_rPW_r のバランスを取る機能を持ち、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ の入力位置に基づいて、2 つのマッピング機能を線形に内挿する役割を持っている。

【0 0 6 9】

以降、(数 1 5) の 2 項目 FMW_m と 3 項目 $JC_r(1-F)PW_r$ について詳細に説明する。最初に (数 1 5) の 2 項目の構成要素である重心制御点差分行列M、重心差分重み付け係数 w_m 、表面制御点マッピング抑制係数Fについて順に説明していく。続いて (数 1 5) の 3 項目の構成要素である表面制御点差分行列P、表面差分重み付け係数 w_r 、発信デバイス色彩度飽和度 C_r 、色域形状制御係数行列Jについて順に説明する。

【0 0 7 0】

重心制御点差分行列Mは、(数 1 6) で与えられる。

【0 0 7 1】

【数 1 6】

$$M = \begin{bmatrix} L^*_{\mu,d,1} - L^*_{\mu,\mu,1} & L^*_{\mu,d,2} - L^*_{\mu,\mu,2} & L^*_{\mu,d,3} - L^*_{\mu,\mu,3} & \cdots & L^*_{\mu,d,8} - L^*_{\mu,\mu,8} \\ C^*_{\mu,d,1} - C^*_{\mu,\mu,1} & C^*_{\mu,d,2} - C^*_{\mu,\mu,2} & C^*_{\mu,d,3} - C^*_{\mu,\mu,3} & \cdots & C^*_{\mu,d,8} - C^*_{\mu,\mu,8} \\ 0 & 0 & H_{\mu,d,3} - H_{\mu,\mu,3} & \cdots & H_{\mu,d,8} - H_{\mu,\mu,8} \end{bmatrix} \quad (16)$$

ここで $L^*(,d,i)$ 、 $C^*(,d,i)$ 、 $H(,d,i)$ は受信デバイスにおける色カテゴリiの重心ベクトルである。

【0 0 7 2】

色カテゴリには、(表 1) に示した9つの色名を用いた。前記重心ベクトルは、カラーネーミングのサンプルデータを(数 1 4) によって α β γ 値に変換し、これを(数 1 7) によって各色カテゴリごとに重心を求め、さらに極座標変換して与えられる。

【0 0 7 3】

【数 1 7】

$$\begin{bmatrix} \alpha_\mu \\ \beta_\mu \\ \gamma_\mu \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_j \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \beta_j \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_j \end{bmatrix}_i \quad (17)$$

(数 1 6) において、 $L^*(,u,i)$ 、 $C^*(,u,i)$ 、 $H(,u,i)$ は発信デバイスにおける色カテゴリiの重心ベクトルを(数 2) でマッピングしたプリマップド重心ベクトルである。発信デバイス同様、色カテゴリは(表 1) に示した9つの色名を用い、重心ベクトルはサンプルの重心を(数 1 7) によって求め、極座標変換で算出される。(数 1 7) が示すように、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ が発信デバイスの重心ベクトルから与えられた場合、重心制御点差分行列Mは前記プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ を受信デバイスの重心ベクトル $[L^* C^* H]_{\mu,d}$ へマッピングすることになる。従って、重心制御点差分行列Mは、発信デバイスの色空間内の重心

ベクトルを受信デバイスの色空間内の重心ベクトルへマッピングする機能を持つ。

【0074】

次に、重心差分重み付け係数 W_m について説明する。重心差分重み付け係数 W_m は、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ の入力位置に基づいて各色カテゴリの重心に対する重心制御点差分行列 M のマッピング制御を重み付けして、任意のプリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ に対して重心制御点差分行列 M のマッピング制御を実現する。重心差分重み付け係数 W_m は

【0075】

【数18】

$$w_{m,i} = \frac{\frac{1}{D_{t,i}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{D_{t,j}}} \quad (18)$$

if $D_{t,i} = 0$ then $w_{m,i} = 1, w_{m,k \neq i} = 0$
 if $D_{t,k \neq i} = 0$ then $w_{m,i} = 0, w_{m,k \neq i} = 1, w_{m,i \neq k} = 0$

で与えられる。ここで D_t は中間正規化距離であり、重心差分重み付け係数 W_m は中間正規化距離 D_t が小さいほど大きくなり、中間正規化距離 D_t が大きいほど小さくなる。中間正規化距離 D_t は（数19）で与えられる。

【0076】

【数19】

$$D_t = VD_s$$

$$\Leftrightarrow \begin{bmatrix} D_{t,1} \\ D_{t,2} \\ \vdots \\ D_{t,9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & V_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & V_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{s,1} \\ D_{s,2} \\ \vdots \\ D_{s,9} \end{bmatrix} \quad (19)$$

ここで行列 D_s は、発信デバイスの測色値の色カテゴリカル正規化距離行列であり、重心マッピングスケーリング行列 V は発信デバイスの測色値の色カテゴリカル正規化距離行列 D_s を受信デバイス色空間へマッピングして、（数18）は受

信デバイス色空間内で重心差分重み付け係数 W_m を算出する。

【0 0 7 7】

一方、色カテゴリカル正規化距離行列 D_i は、ある測色値行列 $X=[\alpha \ \gamma \ \beta]^t$ の色カテゴリ i に対して（数 2 0）で与えられる。

【0 0 7 8】

【数 2 0】

$$D_i = \sqrt{(X - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (X - \mu_i)} \quad (20)$$

ここで、 μ_i は色カテゴリ i の重心ベクトル、 Σ_i は色カテゴリ i の分散共分散行列である。

【0 0 7 9】

図 5 に示すように、色カテゴリの分布の広がりとは色カテゴリごとに異なり、CIELAB空間での距離は色カテゴリカルな距離と比例関係が成り立たない。つまり、緑カテゴリ（▲）にくらべて赤カテゴリ（△）は分布が小さく、CIELAB空間におけるある距離は色カテゴリカルな観点から見れば、赤カテゴリにとってはより大きな距離となる。色カテゴリカル正規化距離 D_i は各色カテゴリの分布の広がりを含めた正規化距離であり、色カテゴリカル正規化距離 D_i と色カテゴリカルな感覚尺度が比例的に対応する。

【0 0 8 0】

次に、（数 1 9）中の重心マッピングスケーリング行列 V について説明する。重心マッピングスケーリング行列 V は、（数 2 1）によって与えられる。

【0 0 8 1】

【数 2 1】

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_9 \end{bmatrix} = \phi \begin{bmatrix} w_{v,1} \\ w_{v,2} \\ \vdots \\ w_{v,9} \end{bmatrix} \\ = w_{v,1} \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{21} \\ \vdots \\ v_{91} \end{bmatrix} + w_{v,2} \begin{bmatrix} v_{12} \\ v_{22} \\ \vdots \\ v_{92} \end{bmatrix} + \cdots + w_{v,9} \begin{bmatrix} v_{19} \\ v_{29} \\ \vdots \\ v_{99} \end{bmatrix} \quad (21)$$

ここで行列 ϕ は、重心マッピングスケーリング行列であり、発信デバイスにおける重心ベクトル間の距離関係を受信デバイスにおける重心ベクトル間の距離関係に置き換えるスケーリング機能を持ち、幾何学的には発信デバイスの重心ベクトルを受信デバイスの重心ベクトルへマッピングする。

【0 0 8 2】

重心マッピングスケーリング係数行列 Φ の要素 v_{lm} は、発信デバイスの色空間で色カテゴリ l の重心から色カテゴリ m の重心を見た正規化距離 $N_{s,lm}$ をプリンタの色空間で色カテゴリ l の重心から色カテゴリ m の重心を見た正規化距離 $N_{d,lm}$ に変換するスケーリング係数である。重心マッピングスケーリング係数行列 Φ は、9つの色カテゴリすべての組み合わせに対するスケーリング係数を持つため、発信デバイス色空間内の重心ベクトルはすべて同一色カテゴリの重心ベクトルにマッピングされる。ただし、(数 2 1) に示すように、自身の距離に対するスケーリング係数 ($l = m$ のとき) は 0 とする。幾何学的には発信デバイスの 9つの重心ベクトルを受信デバイスの 9つの重心ベクトルにマッピングする重心マッピングスケーリング行列 ϕ は、色再現の観点からみると、色カテゴリカルに正規化された距離空間を用いてマッピング対が同じ色カテゴリを持つようにマッピングされたことに相当する。中間正規化距離 D_t は、発信デバイス内の色カテゴリカル正規化距離を重心マッピングスケーリング行列 V で受信デバイスへマッピングした距離であり、このマッピングは同一色カテゴリの重心をマッピングする。

【0 0 8 3】

以上のようにして、受信色空間へマッピングされた正規化距離で (数 2 1) 中

の重心制御点差分行列Mに対する重み付け係数を求める。重心差分重み付け係数 W_m は (数 2 2) で与えられる。

【0 0 8 4】

【数 2 2】

$$w_{v,j} = \frac{\frac{1}{D_{s,j}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{D_{s,j}}} \quad (22)$$

if $D_{s,j} = 0$ then $w_{v,j} = 1, w_{v,k \neq j} = 0$
 if $D_{s,k \neq j} = 0$ then $w_{v,j} = 0, w_{v,k \neq j} = 1, w_{v,k \neq k} = 0$

(数 2 2) は、重心以外に対する重心マッピングのオペレーションをカバーする役割を持ち、重心が持つマッピング情報を色ベクトルXと重心ベクトル μ との位置関係に応じて内挿して実行する。(数 2 1)において、重心マッピングスケーリング係数行列 Φ の縦ベクトル要素 $[v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{9i}]$ は色カテゴリiにおいて重心点間のマッピングを実現するスケーリング係数であり、これらを (数 2 2) で与えられる重み付け係数 $w_{v,i}$ で重み付けする。

【0 0 8 5】

重み付け係数 $w_{v,i}$ は、色ベクトルXが9つの色カテゴリの重心ベクトルと持つ正規化距離の逆数の和に対する色カテゴリiの重心ベクトルと持つ正規化距離の逆数との割合で定義される。従って、色ベクトルXに近い色カテゴリの重心ほどスケーリング係数が重視され、色ベクトルXに遠い色カテゴリの重心ほどスケーリング係数が軽視される。

【0 0 8 6】

以上、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ は (数 2 0) によって色カテゴリカル正規化距離 D_s に変換され、(数 1 9) の重心マッピングスケーリング行列Vで中間正規化距離に変換されて受信デバイス色空間へマッピングされ、受信デバイス色空間内で (数 1 8) によって重心差分重み付け係数 W_m が算出される。

【0 0 8 7】

次に、表面制御点マッピング抑制係数Fについて説明する。前述したように、

表面制御点マッピング抑制係数 F は重心制御点マッピング MW_m と表面制御点マッピング $J C_r P W_r$ のバランスを取る機能を持ち、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ の入力位置に基づいて、2つのマッピング機能を線形に内挿する役割を持っている。すなわち、表面制御点マッピング抑制係数 F が 1 のとき、(数 1 5) の 3 項目の表面制御点マッピング $J C_r P W_r$ は全く働かず、(数 1 5) の 2 項目の重心制御点マッピング MW_m のみが働く。逆に表面制御点マッピング抑制係数 F が 0 のとき、表面制御点マッピング $J C_r P W_r$ のみが働き、重心制御点マッピング MW_m は全く働かない。

【0 0 8 8】

表面制御点マッピング抑制係数 F を設定するために、表面制御点を用いる。表面制御点は、デバイス色域の表面あるいはデバイス色域表面付近に設定し、色域境界をマッピングするための制御点として機能する。ここでは説明のために、8つの表面制御点を定義するが、本発明は本実施例の表面制御点の個数に制約されるものではなく、表面制御点の個数は任意に設定できることを特筆しておく。8つの表面制御点は、デバイスのデジタルカウントで定義し、1 次色の R: $(d_r, d_g, d_b) = (255, 0, 0)$ 、G: $(d_r, d_g, d_b) = (0, 255, 0)$ 、B: $(d_r, d_g, d_b) = (0, 0, 255)$ と、2 次色の Y: $(d_r, d_g, d_b) = (255, 255, 0)$ 、M: $(d_r, d_g, d_b) = (255, 0, 255)$ 、C: $(d_r, d_g, d_b) = (0, 255, 255)$ 、ホワイト W: $(d_r, d_g, d_b) = (255, 255, 255)$ 、ブラック K: $(d_r, d_g, d_b) = (0, 0, 0)$ とする。表面制御点マッピング抑制係数 F は (数 2 3) で与えられる。

【0 0 8 9】

【数 2 3】

$$F = w_{f,1}f_1 + w_{f,2}f_2 + \cdots + w_{f,9}f_9 \quad (23)$$

ただし、 f_i は (数 2 4) で与えられ、 $w_{f,i}$ は (数 2 5) で与えられる。

【0 0 9 0】

【数 2 4】

$$f_i = \frac{\frac{1}{E_{s,f,i}}}{\sum_{j=1}^8 \frac{1}{E_{s,f,j}} + \frac{1}{E_{s,f,i}}} \quad (24)$$

if $E_{s,f,i} = 0$ then $f_i = 1$
if $E_{s,f,i} = 0$ then $f_i = 0$

【0 0 9 1】

【数 2 5】

$$w_{f,i} = \frac{\frac{1}{D_{s,f,i}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{D_{s,f,j}}} \quad (25)$$

if $D_{s,f,i} = 0$ then $w_{f,i} = 1, w_{f,k \neq i} = 0$
if $D_{s,f,k \neq i} = 0$ then $w_{f,i} = 0, w_{s,k \neq i} = 1, w_{f,i \neq k} = 0$

$E_{s,f,i}$ は色カテゴリ i の重心ベクトル μ_i と色ベクトル X との CIELAB 空間におけるユークリッド距離を表わし、 $E_{s,a,i}$ は表面制御点 i と色ベクトル X との CIELAB 空間におけるユークリッド距離を表わす。ただし、 $E_{s,f,i}$ 、 $E_{s,a,i}$ とともに発信色空間内での距離を示す。

【0 0 9 2】

$E_{s,m,i} = 0$ のとき、つまり色ベクトル X が重心ベクトル μ_i と一致した場合、 $f_i = 1$ となって拘束力最大となり、表面制御点マッピング $J C_r P W_r$ は全く機能せず、重心制御点マッピング MW_m のみが働く。逆に $E_{s,a,i} = 0$ のとき、つまりテスト色が表面制御点と一致した場合、 $f_i = 0$ となって拘束力はなくなり、重心制御点マッピング MW_m は全く機能せず、表面制御点マッピング $J C_r P W_r$ のみが働く。(数 2 5) において $D_{s,f,i}$ は発信デバイス色空間における色カテゴリ i の重心ベクトル μ_i と色ベクトル X との正規化距離を表わす。色ベクトル X が色カテゴリ i の重心ベクトル μ_i と一致した場合、 $w_{f,i} = 1$ となり、色カテゴリ i 以外の重み係数 $w_{f,k \neq i} = 0$ となる。したがって $w_{f,i}$ は色ベクトル X の位置に従って決定

される拘束力 f_i への重み付け係数の意味を持つ。9つの重心ベクトルが持つ拘束力 f_i それぞれが $w_{f,i}$ によって重み付けされて、抑制係数 F に反映される。

【0093】

以上、(数15)の2項目の構成要素である重心制御点差分行列 M 、重心差分重み付け係数 W_m 、表面制御点マッピング抑制係数 F について説明した。

【0094】

続いて(数15)の3項目の構成要素である表面制御点差分行列 P 、表面差分重み付け係数 w_r 、発信デバイス色彩度飽和度 C_r 、色域形状制御係数行列 J について順に説明する。

【0095】

重心制御点マッピング FMW_m によって発信デバイス色空間内の重心制御点を受信デバイス色空間内の重心制御点へマッピングすると同様に、表面制御点マッピング $J C_r (1 - F) P W_r$ によって発信デバイス色空間内の表面制御点を受信デバイス色空間内の表面制御点にマッピングする。つまり、重心制御点差分行列 M の要素を表面制御点に置き換えたものが表面制御点差分行列 P であり、(数26)で与えられる。

【0096】

【数26】

$$P = \begin{bmatrix} L^*_{v,d,1} - L^*_{v,d,1} & L^*_{v,d,2} - L^*_{v,d,2} & L^*_{v,d,3} - L^*_{v,d,3} & \cdots & L^*_{v,d,8} - L^*_{v,d,8} \\ C^*_{v,d,1} - C^*_{v,d,1} & C^*_{v,d,2} - C^*_{v,d,2} & C^*_{v,d,3} - C^*_{v,d,3} & \cdots & C^*_{v,d,8} - C^*_{v,d,8} \\ 0 & 0 & H_{v,d,3} - H_{v,d,3} & \cdots & H_{v,d,8} - H_{v,d,8} \end{bmatrix} \quad (26)$$

また、表面制御点マッピング抑制係数 F は、 $F=1$ のとき、表面制御点間のマッピングを完全に抑制する。表面差分重み付け係数 W_r は、プリマップド測色値 $[L^* C^* H]_u$ と表面制御点との位置関係から(数27)のようにして表面制御点差分行列 P によるマッピング動作に重み付けを行なう。

【0097】

【数 27】

$$w_{r,j} = \frac{\frac{1}{E_{s,r,j}}}{\sum_{j=1}^8 \frac{1}{E_{s,r,j}}} \quad (27)$$

発信デバイス色彩度飽和度 C_r は、(数 3) で与えられ、 $J(1-F)PW_r$ なるマッピングが彩度の高い領域で主に働くような彩度依存型の重み付け係数として働く。従って、明度軸上では(数 15) の3項め $J C_r(1-F)PW_r$ は全く働かない。

【0098】

行列 J は、(数 28) によって発信デバイスの色域境界を受信デバイスの色域境界にマッピングするように働く。

【0099】

【数 28】

$$J = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & w_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (28)$$

ここで、色域形状制御係数 w_c は、(数 29) によって与えられ、彩度 C^* のみをコントロールして発信デバイスの色域境界を受信デバイスの色域境界にマッピングする。

【0100】

【数 29】

$$w_c = \frac{C_{c,s,max,t}^* - C_{c,s,max,d}^* - FM_c w_m}{C_r(1-F)P_c w_r} \quad (29)$$

ここで $C_{c,s,max,t}^*$ は、図7の13001に相当し、13002は(数 30) によってマッピングされた点 $[L^* C^* H]_{c,s,max,d}^t$ である。

【0101】

【数 3 0】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ C^* \\ H \end{bmatrix}_{c,s,max,d} = \begin{bmatrix} L^* \\ C^* \\ H \end{bmatrix}_{c,s,max,u} + FMw_m + C_r(1-F)Pw_r \quad (30)$$

(数 3 0) は、発信デバイスの色域上の点が (数 2) によってプリマッピングされた $[L^* \ C^* \ H]_{c,s,max,u}^t$ を (数 1 5) のメインマッピングで再マッピングする。1 3 0 0 2 が 1 3 0 0 1 に移動すればマッピング点は受信デバイスの色域境界に決まるため、(数 3 1) の関係式をたて、色域形状制御係数 w_c について解けば、発信デバイスの色域境界を受信デバイスの色域境界にマッピングするような調整係数が導き出せる。

【0 1 0 2】

【数 3 1】

$$C^*_{c,s,max,d} = C^*_{c,s,max,u} + FM_c w_m + w_c C_r (1-F) P_c w_r \quad (31)$$

ただし、(数 3 1) において、行列 M_c は、重心制御点差分行列 M の彩度成分のみの 1 行 9 列型の行列である。また、行列 P_c は、表面制御点差分行列 P の彩度成分のみの 1 行 8 列型の行列である。色域形状制御係数 w_c は、発信デバイスの色域境界上の色が受信デバイスの色域境界上にマッピングされるように $C_r (1-F) P w_r$ の彩度成分を線形に圧縮する機能を持つ。

【0 1 0 3】

以上、本発明のマッピングの考え方について説明した。

【0 1 0 4】

次に、図 1 に示すカラーマネージメントシステムの動作について、プリマッピング部 1 0 0 9、メインマッピング部 1 0 1 0 及び色域形状制御係数を求める構成 1 0 0 5 ~ 1 0 0 8 を中心に述べる。

【0 1 0 5】

まず、プリマッピング部 1 0 0 9 の内部構成を図 8 に示し、その動作を以下に説明する。

【0 1 0 6】

発信デバイス測色値入力部 2 0 0 1 には、発信デバイス駆動装置 1 0 0 2 が送出した CRT ディスプレイの表示色の測色値を極座標変換部 1 0 0 4 に入力して、明度、彩度、色相に変換された発信デバイス（CRT ディスプレイ）の色の明度、彩度、色相 $[L^* C^* H]_s$ が入力される。

【0 1 0 7】

発信デバイス色彩度飽和度算出部 2 0 0 6 は、発信デバイス測色値入力部 2 0 0 1 から与えられた発信デバイスの色の彩度 C^*_s から（数 3）によって発信デバイス色彩度飽和度 C_T を算出する。プリマップド彩度算出部 2 0 0 8 は、前記発信デバイス色彩度飽和度 C_T を受けて、発信デバイスの色の彩度を（数 2）によって圧縮し、プリマップド測色値出力部 2 0 1 2 へ出力する。

【0 1 0 8】

明度成分分散データベース 2 0 0 9 は、受信デバイス上に複数のテスト色を表示して、観察者が応答した前記テスト色の色名ごとに前記テスト色の測色値を分類し、各色名ごとに求めた明度成分の分散を予め格納したものである。発信デバイス用カスプデータベース 2 0 1 0 は、発信デバイスの色域のカスプの明度、彩度、色相を予め格納したものである。また、受信デバイス用カスプデータベース 2 0 1 1 は、受信デバイスの色域のカスプの明度、彩度、色相を予め格納したものである。

【0 1 0 9】

カスプ明度差補正係数算出部 2 0 0 2 は、発信デバイスの色の色相 H_s と明度成分分散データベース 2 0 0 9 から与えられた分散情報から（数 1 1）によってカスプ明度差補正係数 t を算出する。発信デバイスカスプマッピング部 2 0 0 3 は、カスプ明度差補正係数算出部 2 0 0 2 からのカスプ明度差補正係数 t と、発信デバイス用カスプデータベース 2 0 1 0 からのカスプの明度情報と受信デバイス用カスプデータベース 2 0 1 1 からのカスプの明度情報に基づいて（数 1 0）によって発信デバイスのカスプを受信デバイスの色域表面にマッピングする。

【0 1 1 0】

発信デバイスカスプマッピング部 2 0 0 3 の出力は色域境界明度圧縮部 2 0 0

4に与えられ、発信デバイス用カスプデータベース2010からのカスプの明度情報を参照して発信デバイスの色の明度を(数5)によって圧縮する。一方、発信デバイスの色の明度は無彩色明度圧縮部2005へも入力し、(数4)によって圧縮される。

【0111】

色域境界明度圧縮部2004の出力と無彩色明度圧縮部2005はプリマップド明度圧縮算出部2007へ与えられ、(数2)によってプリマップド測色値の明度に変換され、プリマップド測色値出力部2012へ出力される。発信デバイスの色の色相は、そのままプリマップド測色値出力部2012へ与えられる。

【0112】

次に、メインマッピング部1010の内部構成を図9に示し、その動作を説明する。プリマップド測色値入力部301には、プリマッピング部1009の出力 $[L^* C^* H]_u$ が与えられる。プリマップド測色値入力部301へ入力された $[L^* C^* H]_u$ は、重心制御点マッピング部302に与えられる。

【0113】

重心制御点マッピング部302は、プリマップド測色値入力部301からの $[L^* C^* H]_u$ を(数15)の FMW_m なるマッピングを施し、表面制御点マッピング部303へ与えられる。表面制御点マッピング部303では、色域形状制御係数入力部304から与えられた色域形状制御係数 w_c を取り込んで $J C_r (1-F) PW_r$ なるマッピングを実行し、受信デバイス測色値出力部305を介して受信デバイスへ送出される。

【0114】

メインマッピング部1010の出力は、直交座標変換部1011で極座標の明度、彩度、色相から直交系の測色値に変換され、受信デバイス駆動装置1012へ与えられる。

次に、図9の重心制御点マッピング部302の内部構成を図10に示し、その動作について説明する。

【0115】

発信デバイス用カラーネーミングデータベース4010は、発信デバイス上に

複数のテスト色を表示して、観察者が応答した前記テスト色の色名ごとに前記テスト色の測色値を分類し、各色名ごとに求めた重心ベクトルと分散共分散ベクトルを予め格納したものである。受信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 1 は、受信デバイス上に複数のテスト色を表示して、観察者が応答した前記テスト色の色名ごとに前記テスト色の測色値を分類し、各色名ごとに求めた重心ベクトルと分散共分散ベクトルを予め格納したものである。発信デバイス用表面制御点データベース 4 0 1 2 は、発信デバイスの色域表面、あるいは色域表面付近に設けられたマッピング制御点の明度、彩度、色相を予め格納したものである。

【0 1 1 6】

測色値入力部 4 0 0 1 からプリマップド測色値の明度、彩度、色相 $[L^* C^* H]_u$ が与えられ、以下 3 つの系に入力される。第一の系は重心差分重み付け係数 w_m を算出する系で、プリマップド測色値の明度、彩度、色相 $[L^* C^* H]_u$ は発信デバイス用正規化距離算出部 4 0 0 4 に与えられる。発信デバイス用正規化距離算出部 4 0 0 4 では、発信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 0 から供給された重心ベクトルと分散共分散ベクトルをもとに（数 2 0）で 9 つの色カテゴリに対して色カテゴリカル正規化距離が算出される。前記色カテゴリカル正規化距離は、重心マッピング実行部 4 0 0 5 へ入力され、発信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 0 から供給された重心ベクトルと分散共分散ベクトルと受信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 1 から供給された重心ベクトルと分散共分散ベクトルを基に（数 1 9）で重心間のマッピングを実行する。重心マッピング実行部 4 0 0 5 の出力は重心差分重み付け係数算出部 4 0 0 6 に入力され、（数 1 8）によって重心差分重み付け係数 W_m が算出される。

【0 1 1 7】

第二の系は、表面制御点マッピング抑制係数 w_r を算出する系で、プリマップド測色値の明度、彩度、色相 $[L^* C^* H]_u$ は表面制御点マッピング抑制係数算出部 4 0 0 7 に入力される。表面制御点マッピング抑制係数算出部 4 0 0 7 では発信デバイス用表面制御点データベース 4 0 1 2 からの表面制御点の情報を基に表面制御点マッピング抑制係数 F を（数 2 3）によって算出する。

【0 1 1 8】

第三の系は、マッピング実行部 4 0 0 2 への系である。重心制御点差分行列算出部 4 0 0 9 は、(数 1 6) によって重心制御点差分行列 M を算出するためにプリマッピング部 4 0 0 8 と受信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 1 から必要な情報を取り込む。プリマッピング部 4 0 0 8 から取り込む情報は、発信デバイス色空間内の重心ベクトルを (数 2) によってマッピングした $[L^* C^* H]_{\mu, u}$ が与えられる。なお、プリマッピング部 4 0 0 8 の処理は、プリマッピング部 1 0 0 9 の処理と同様であるので詳細な説明は省略する。一方、受信デバイス用カラーネーミングデータベース 4 0 1 1 からは、受信デバイス色空間内の重心ベクトル $[L^* C^* H]_{\mu, d}$ が与えられる。

【0 1 1 9】

マッピング実行部 4 0 0 2 は、(数 1 5) の 2 項目の FMW_m なるマッピングを実行するために、表面制御点マッピング抑制係数 F を表面制御点マッピング抑制係数算出部 4 0 0 7 から入力し、重心制御点差分行列 M を重心制御点差分行列算出部 4 0 0 9 から入力し、重心差分重み付け係数 W_m を重心差分重み付け係数算出部 4 0 0 6 から入力してプリマップド測色値の明度、彩度、色相 $[L^* C^* H]_u$ に重心制御点マッピング FMW_m を実行する。

【0 1 2 0】

図 9 の表面制御点マッピング部 3 0 3 の内部構成を図 1 1 に示し、以下にその動作を説明する。

【0 1 2 1】

発信デバイス用表面制御点データベース 5 0 0 9 は、発信デバイスの色域表面、あるいは色域表面付近に設けられたマッピング制御点の明度、彩度、色相を予め格納したものである。また、受信デバイス用表面制御点データベース 5 0 1 0 は、受信デバイスの色域表面、あるいは色域表面付近に設けられたマッピング制御点の明度、彩度、色相を予め格納したものである。

【0 1 2 2】

測色値入力部 5 0 0 1 には、図 9 に示す重心制御点マッピング部 3 0 2 の出力 $([L^* C^* H]_u + FMW_m)$ が与えられる。説明の都合上、 $[L^* C^* H]_u = ([L^* C^* H]_u$

+FMW_m)として説明する。 $[L^* \ C^* \ H^*]_u$ は、2つの系に入力される。第一の系は表面制御点マッピング抑制係数Fを算出する系であり、第二の系は発信デバイス色彩度飽和度 C_r を算出する系である。

【0 1 2 3】

第一の系、表面制御点マッピング抑制係数Fは表面制御点マッピング抑制係数算出部5 0 0 7で発信デバイス用表面制御点データベース5 0 0 9の情報を用いて(数2 3)により算出される。

【0 1 2 4】

第二の系、発信デバイス色彩度飽和度 C_r は発信デバイス色彩度飽和度算出部5 0 0 8で(数3)により算出される。表面制御点差分行列Pは、表面制御点差分行列算出部5 0 0 4でプリマッピング部5 0 0 5で(数2)のプリマッピングが施された発信デバイス用の表面制御点と受信デバイス用の表面制御点を用いて(数2 6)により算出される。なお、プリマッピング部5 0 0 5の処理は、プリマッピング部1 0 0 9の処理と同様であるので詳細な説明は省略する。

【0 1 2 5】

表面差分重み付け係数 w_r は、表面差分重み付け係数算出部5 0 0 6で発信デバイス用表面制御点データベース5 0 0 9から供給される表面制御点の測色値を用いて(数2 7)で算出する。マッピング実行部5 0 0 2の出力は測色値出力部5 0 0 3を通して受信デバイスへ送出される。

【0 1 2 6】

次に、図1に戻って、色域形状制御係数 w_c を求めるため構成1 0 0 5~1 0 0 8の動作を説明する。発信デバイスの色の明度、彩度、色相 $[L^* \ C^* \ H]_s$ は、最大彩度色設定部1 0 0 5に入力されて、発信デバイス色域内で同一明度、同一色相を持つ色のうち、最大彩度を持つ色 $[L^* \ C^* \ H]_{c,s,max}$ を設定する。

【0 1 2 7】

最大彩度色設定部1 0 0 5で設定された最大彩度色 $[L^* \ C^* \ H]_{c,s,max}$ は、プリマッピング部1 0 0 6で(数2)のマッピングを受けてプリマッピング測色値 $[L^* \ C^* \ H]_{c,s,max,u}$ に変換される。なお、プリマッピング部1 0 0 6の処理は、プリマッピング部1 0 0 9の処理と同様であるので詳細な説明は省略する。

【0 1 2 8】

プリマッピング部 1 0 0 6 のマッピング点 $[L^* C^* H]_{c,s,max,u}$ は、最大彩度色用メインマッピング部 1 0 0 7 に入力されて、(数 3 0) によって $[L^* C^* H]_{c,s,max,d}$ が算出される。 $[L^* C^* H]_{c,s,max,d}$ は、色域形状制御係数算出部 1 0 0 8 に入力され、図 7 に示すような受信デバイス色域内で同一明度、同一色相を持つ色のうち、最大彩度を持つ色 $[L^* C^* H]_{c,s,max,t}$ を設定し、 $[L^* C^* H]_{c,s,max,t}$ を(数 2 9) に代入して色域形状制御係数 w_c を得るものである。

【0 1 2 9】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、発信デバイスの色域を受信デバイスの色域内に一旦マッピングし、前記受信デバイスの色空間にマッピングされた点を発信デバイスの色のカテゴリと一致するように再マッピングすることにより、色域の違うデバイス間でのマッピングを色カテゴリの一致という観点から明確な基準を設けて色域マッピングを設計できるという有利な効果が得られる。

【0 1 3 0】

また、再マッピングの設計に観察者の色知覚を反映させるために、発信デバイスと受信デバイスのそれぞれに複数のテスト色を呈示し、観察者は前記テスト色の色名を応答し、テスト色の測色値を観察者が応答した色名に応じて分類して、その色名群ごとに重心ベクトル、分散共分散ベクトルを求め、前記分散共分散ベクトルをもとに、前記重心ベクトルから発信デバイスの色までの測色的距離を正規化し、正規化距離をもとに発信デバイスと受信デバイスの色カテゴリカル特性を把握して、発信デバイスの色と受信デバイスの色の色カテゴリカル特性が一致するように色域マッピング用の明度、彩度、色相の変更量を決定することにより、観察者の色知覚と色再現性の関係を定量的に把握して色域マッピングを設計できるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 におけるカラーマネジメントシステムを示す構成図

【図 2】

本発明の実施の形態 1 による CRT ディスプレイからプリンタへの明度マッピングにおける明度軸上のマッピングと色域上のマッピングの内挿方法を説明する図

【図 3】

(a) CRT ディスプレイとプリンタのカスプの例を示す CIELAB 空間の a^*-b^* 面への投影図

(b) CRT ディスプレイとプリンタのカスプの例を示す CIELAB 空間より極座標変換された L^*-H 面への投影図

【図 4】

(a) 発信色の明度 L^*_s が受信デバイスの色域表面にマッピングされたカスプの明度 $L^*_{s, \text{cusp}, \text{mapped}}$ より小さい場合を説明する図

(b) 発信色の明度 L^*_s が受信デバイスの色域表面にマッピングされたカスプの明度 $L^*_{s, \text{cusp}, \text{mapped}}$ より大きい場合を説明する図

【図 5】

(a) CRT ディスプレイの色域表面の色の色カテゴリ分布の一例を示す図

(b) プリンタの色域表面の色の色カテゴリ分布の一例を示す図

【図 6】

CRT ディスプレイのカスプの明度をマッピングした結果を示す図

【図 7】

色域形状制御係数 w_c を求める際の彩度 $C^*_{c, s, \text{mac}}$ と $C^*_{d, \text{max}, t}$ を説明する図

【図 8】

本発明の実施の形態 1 によるプリマッピング部の内部構成図

【図 9】

本発明の実施の形態 1 によるメインマッピング部の内部構成図

【図 10】

本発明の実施の形態 1 による重心制御点マッピング部の内部構成図

【図 11】

本発明の実施の形態 1 による表面制御点マッピング部の内部構成図

【符号の説明】

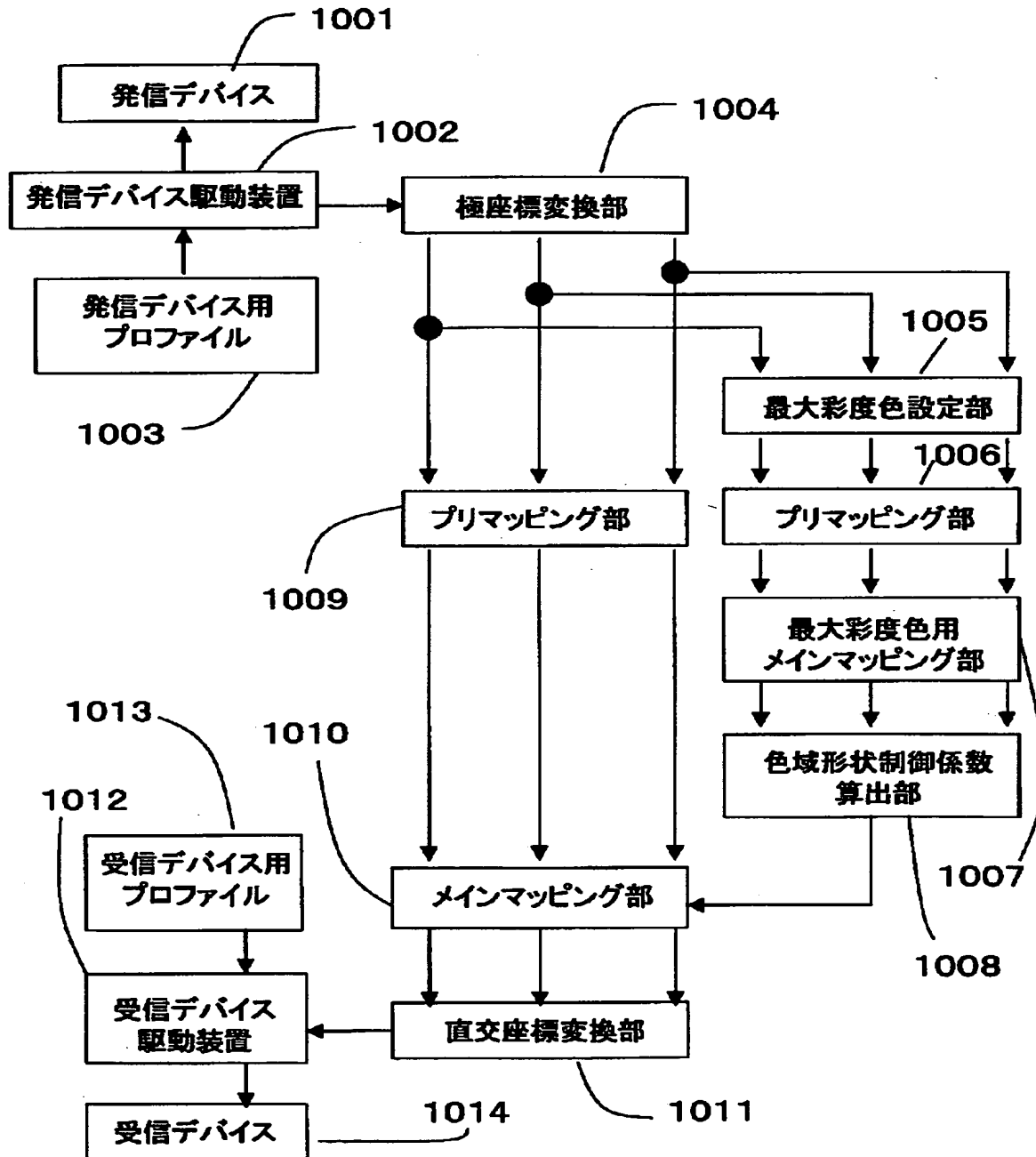
3 0 1 プリマップド測色値入力部

3 0 2	重心制御点マッピング
3 0 3	表面制御点マッピング部
3 0 4	色域形状制御係数入力部
3 0 5	受信デバイス測色値出力部
1 0 0 1	発信デバイス
1 0 0 2	発信デバイス駆動装置
1 0 0 3	発信デバイス用プロファイル
1 0 0 4	極座標変換部
1 0 0 5	最大彩度色設定部
1 0 0 6	プリマッピング部
1 0 0 7	最大彩度色用メインマッピング部
1 0 0 8	色域形状制御係数算出部
1 0 0 9	プリマッピング部
1 0 1 0	メインマッピング部
1 0 1 1	直交座標変換部
1 0 1 2	受信デバイス駆動装置
1 0 1 3	受信デバイス用プロファイル
1 0 1 4	受信デバイス
2 0 0 1	発信デバイス測色値入力部
2 0 0 2	カスプ明度差補正係数算出部
2 0 0 3	発信デバイスカスプマッピング部
2 0 0 4	色域境界明度圧縮部
2 0 0 5	無彩色明度圧縮部
2 0 0 6	発信デバイス色彩度飽和度算出部
2 0 0 7	プリマップド明度算出部
2 0 0 8	プリマップド彩度算出部
2 0 0 9	明度成分分散データベース
2 0 1 0	発信デバイス用カスプデータベース
2 0 1 1	受信デバイス用カスプデータベース

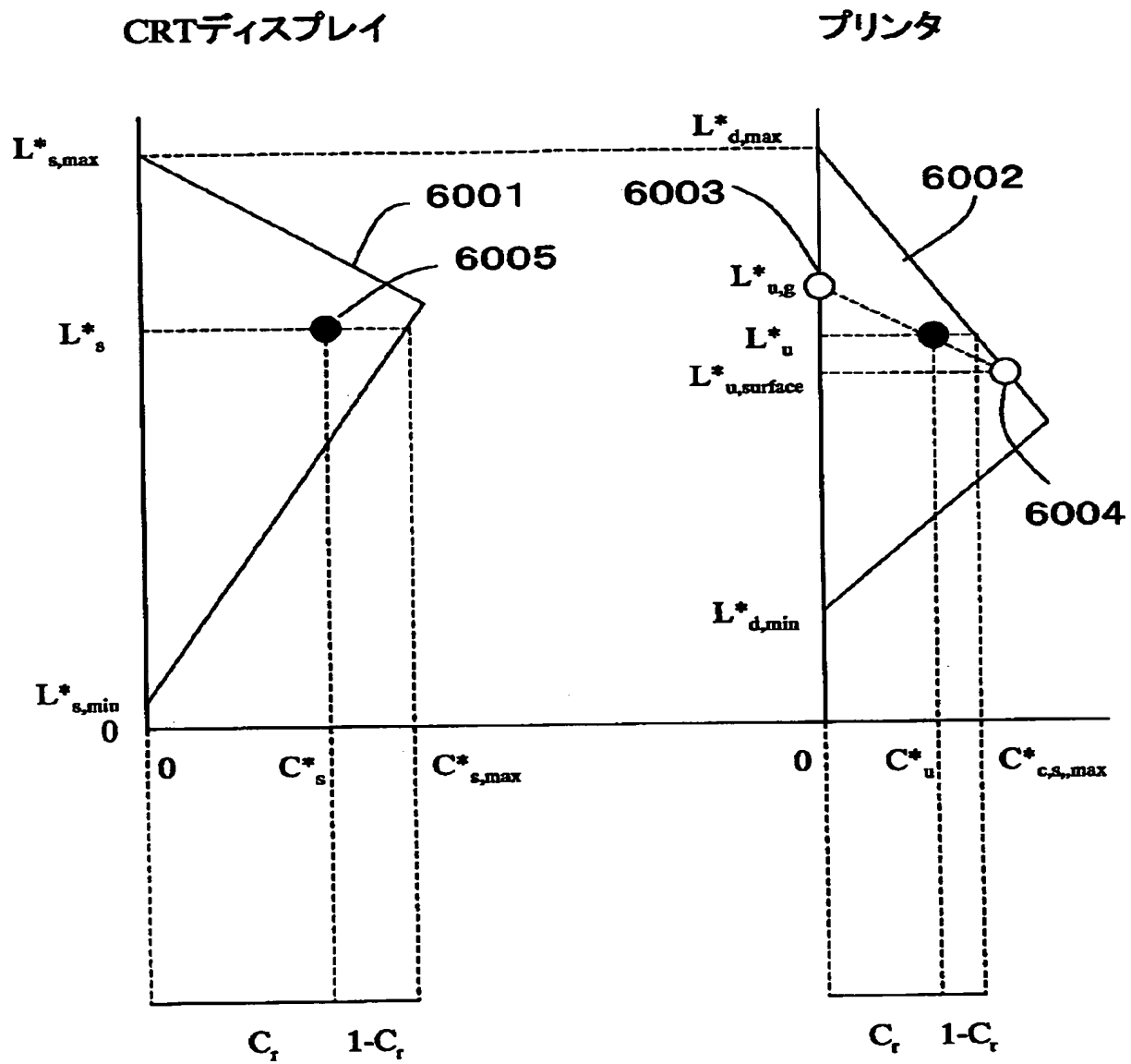
- 2 0 1 2 プリマップド測色値出力部
- 4 0 0 1 測色値入力部
- 4 0 0 2 マッピング実行部
- 4 0 0 3 測色値出力部
- 4 0 0 4 発信デバイス用正規化距離算出部
- 4 0 0 5 重心マッピング実行部
- 4 0 0 6 重心差分重み付け係数算出部
- 4 0 0 7 表面制御点マッピング抑制係数算出部
- 4 0 0 8 プリマッピング部
- 4 0 0 9 重心制御点差分行列算出部
- 4 0 1 0 発信デバイス用カラーネーミングデータベース
- 4 0 1 1 受信デバイス用カラーネーミングデータベース
- 4 0 1 2 発信デバイス用表面制御点データベース
- 5 0 0 1 測色値入力部
- 5 0 0 2 マッピング部
- 5 0 0 3 測色値出力部
- 5 0 0 4 表面制御点差分行列算出部
- 5 0 0 5 プリマッピング部
- 5 0 0 6 表面差分重み付け係数算出部
- 5 0 0 7 表面制御点マッピング制御係数算出部
- 5 0 0 8 発信デバイス色彩度飽和度算出部

【書類名】 図面

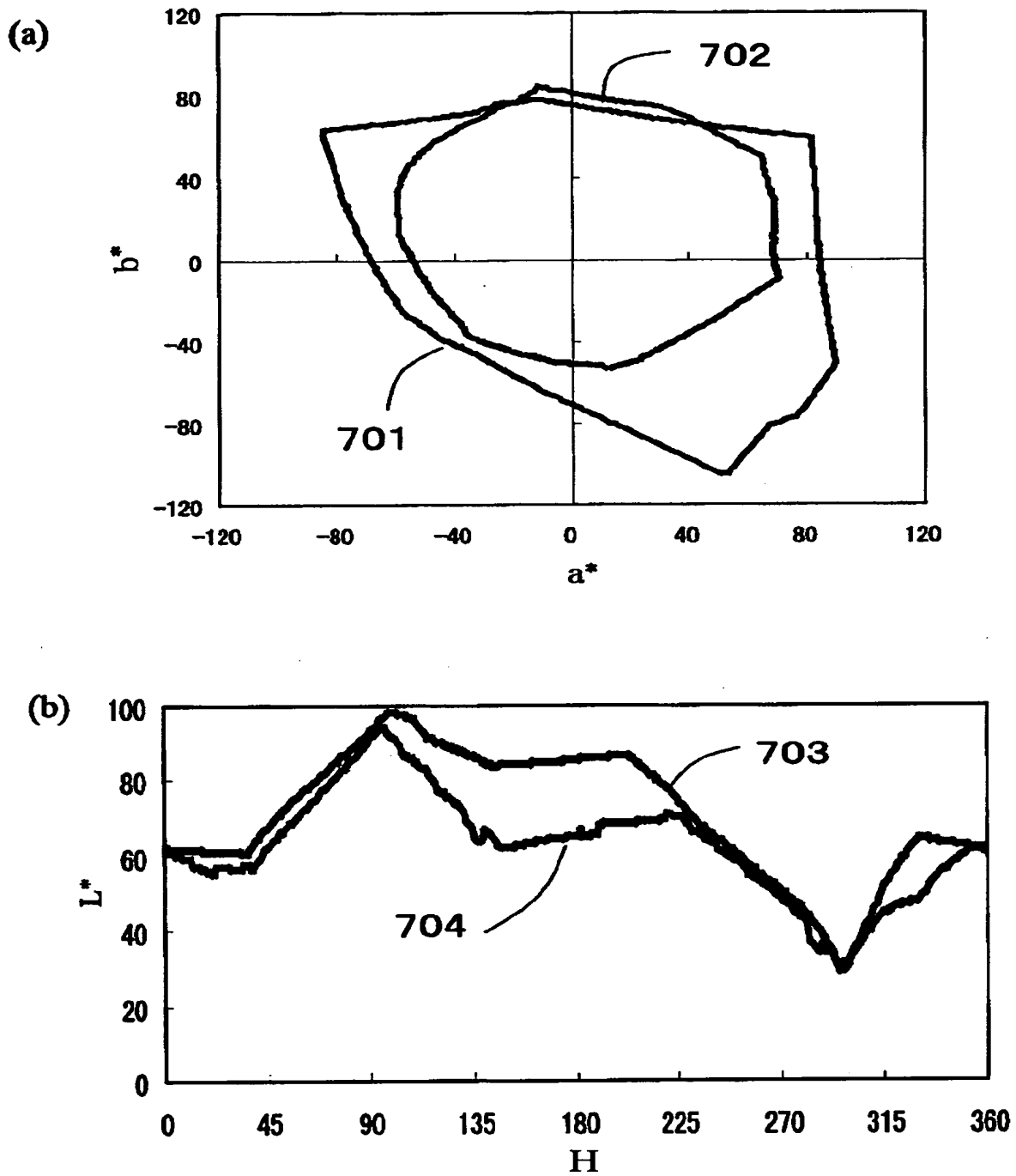
【図 1】



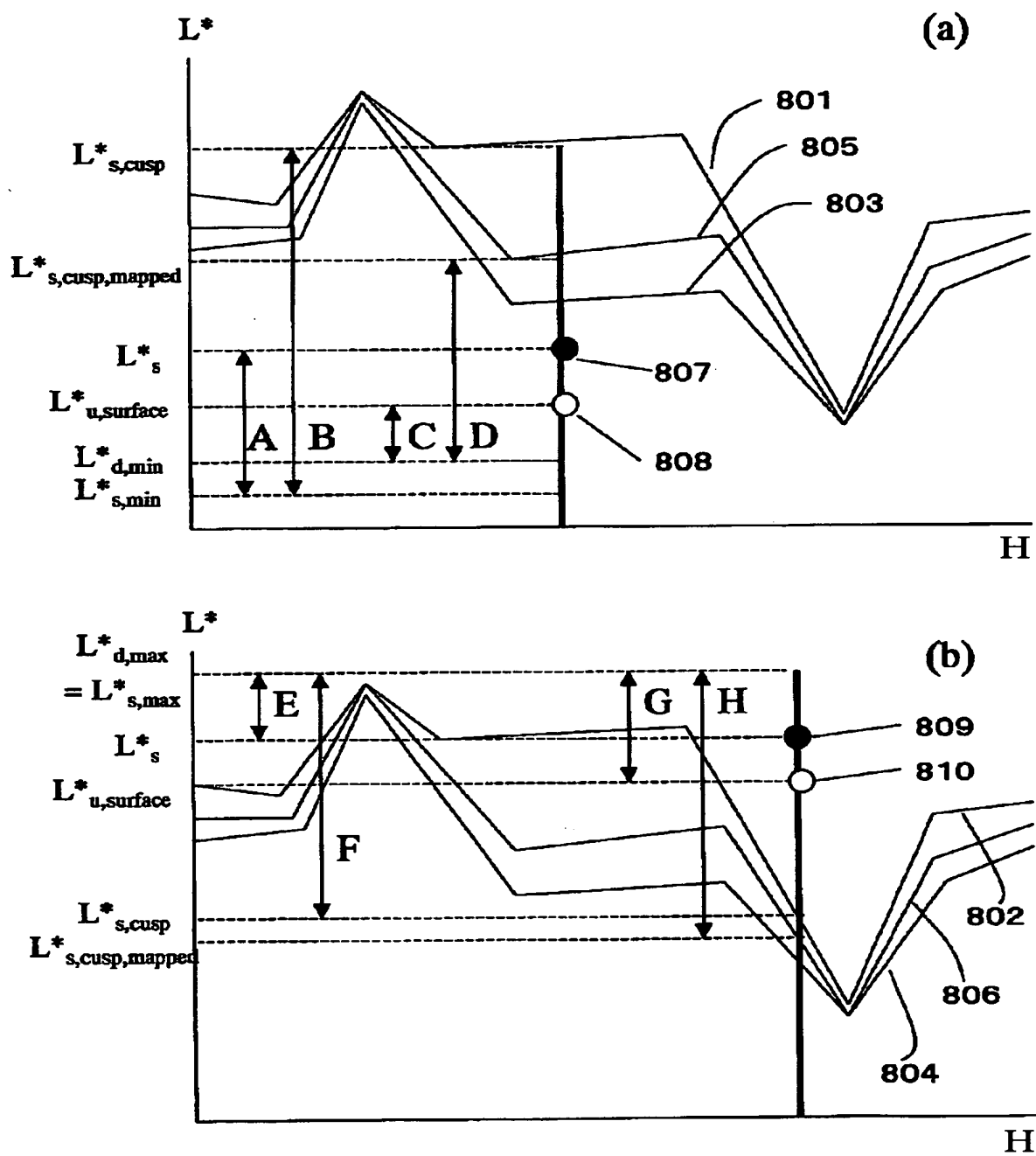
【図 2】



【図 3】

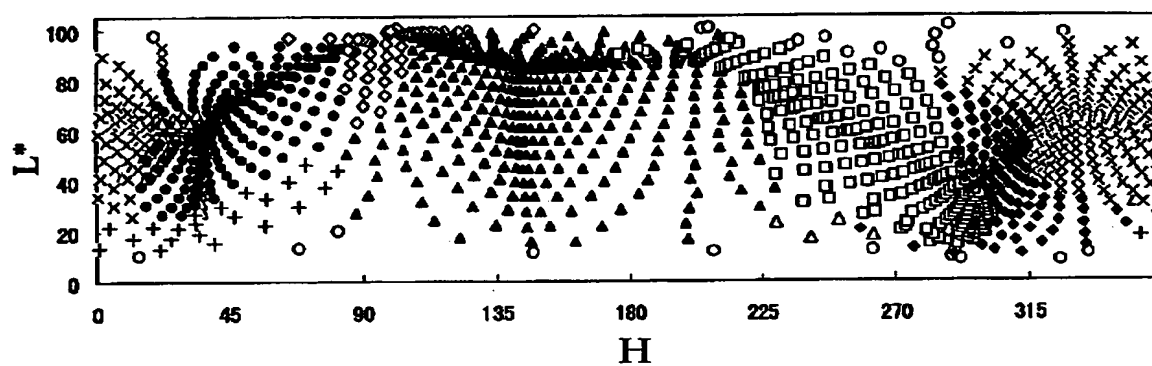


【図 4】

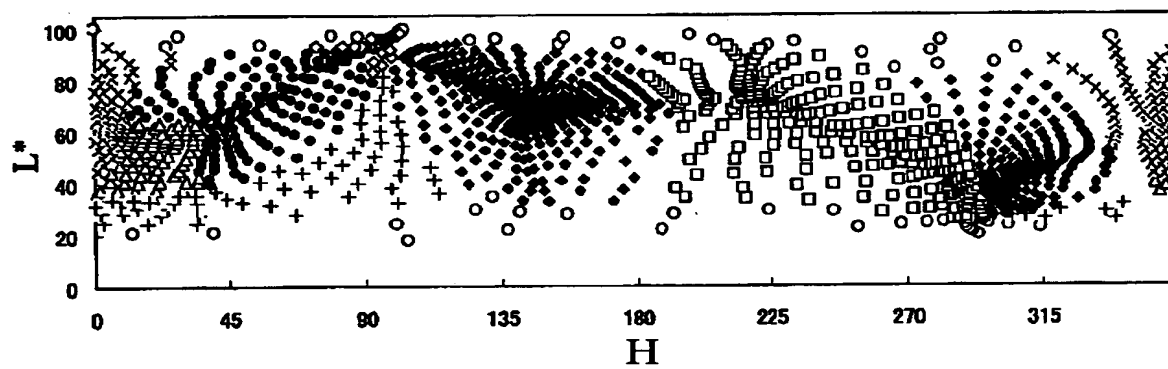


【図 5】

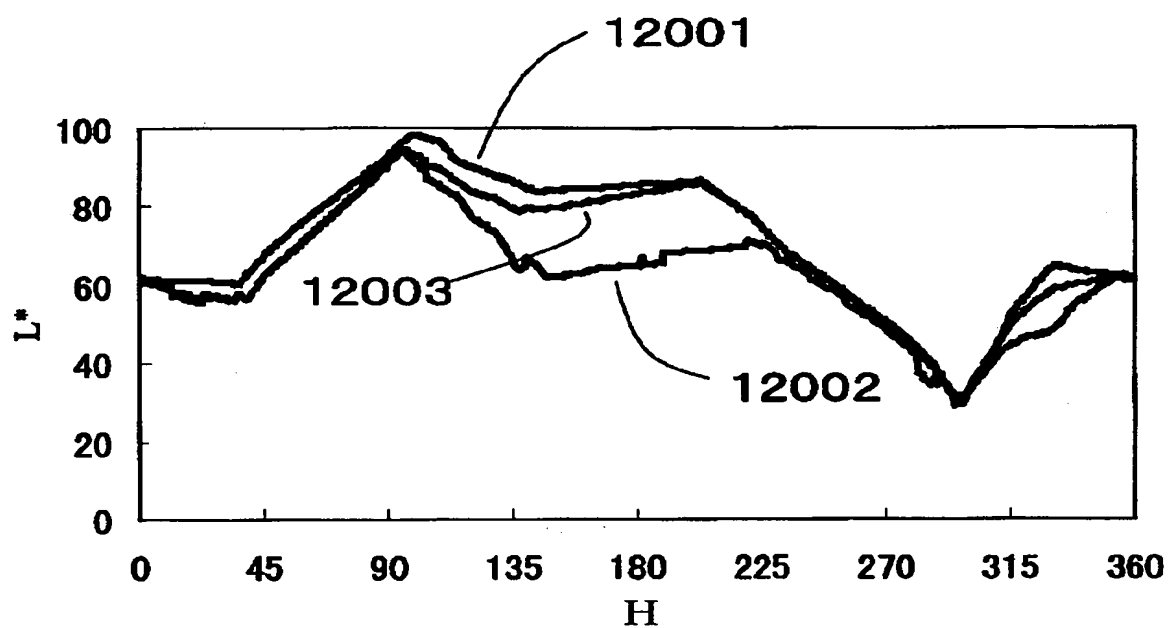
(a)



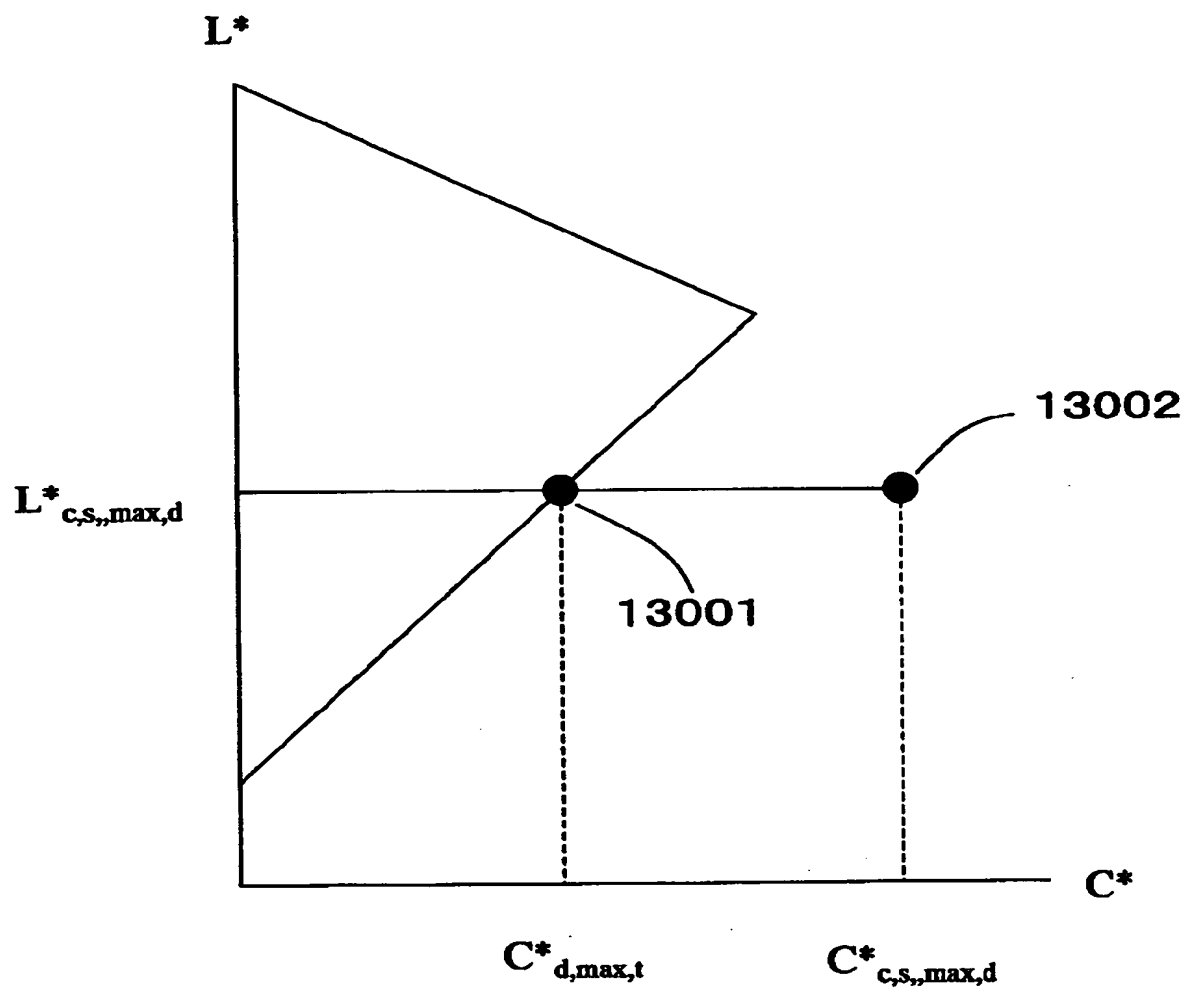
(b)



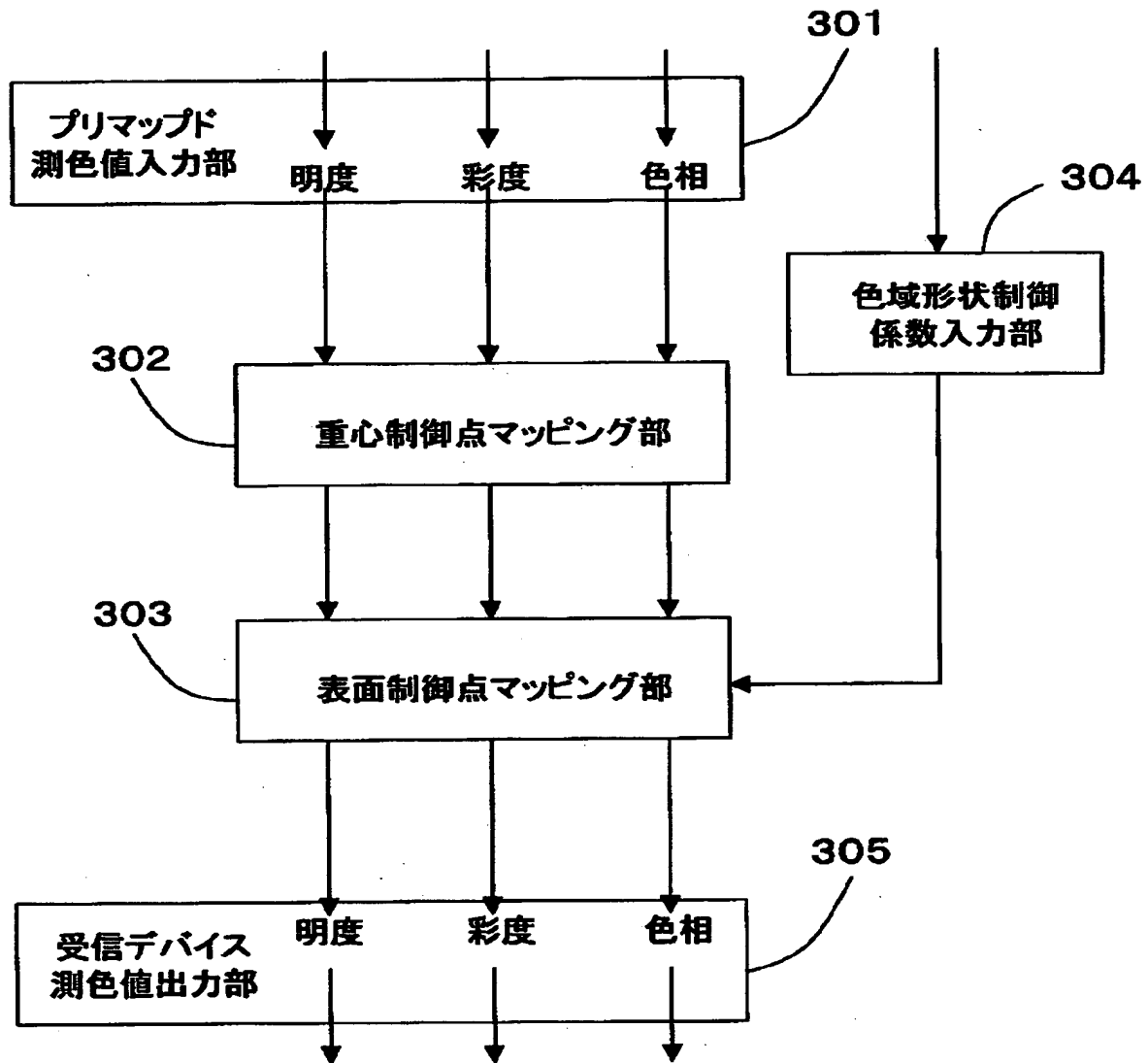
【図 6】



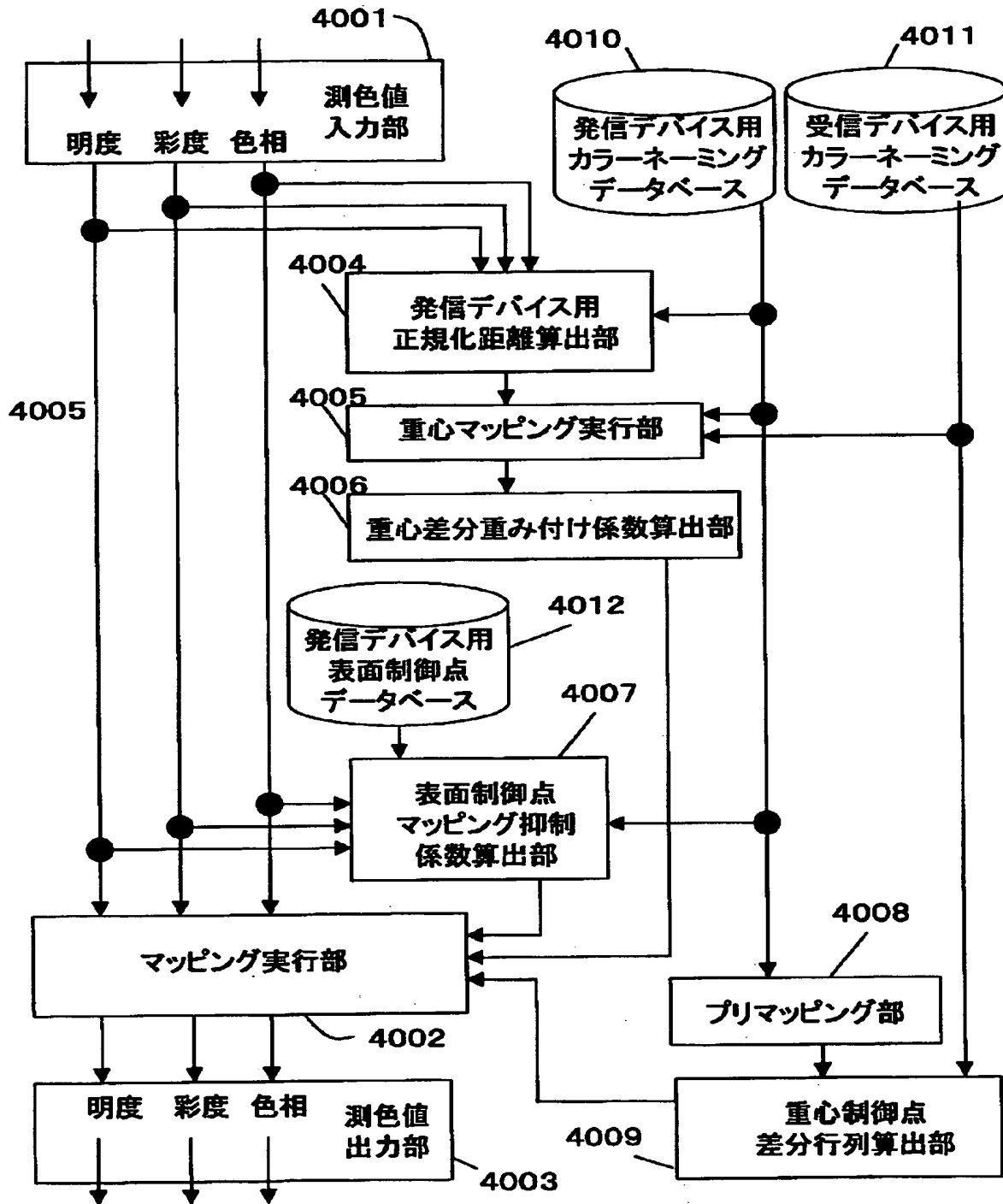
【図 7】



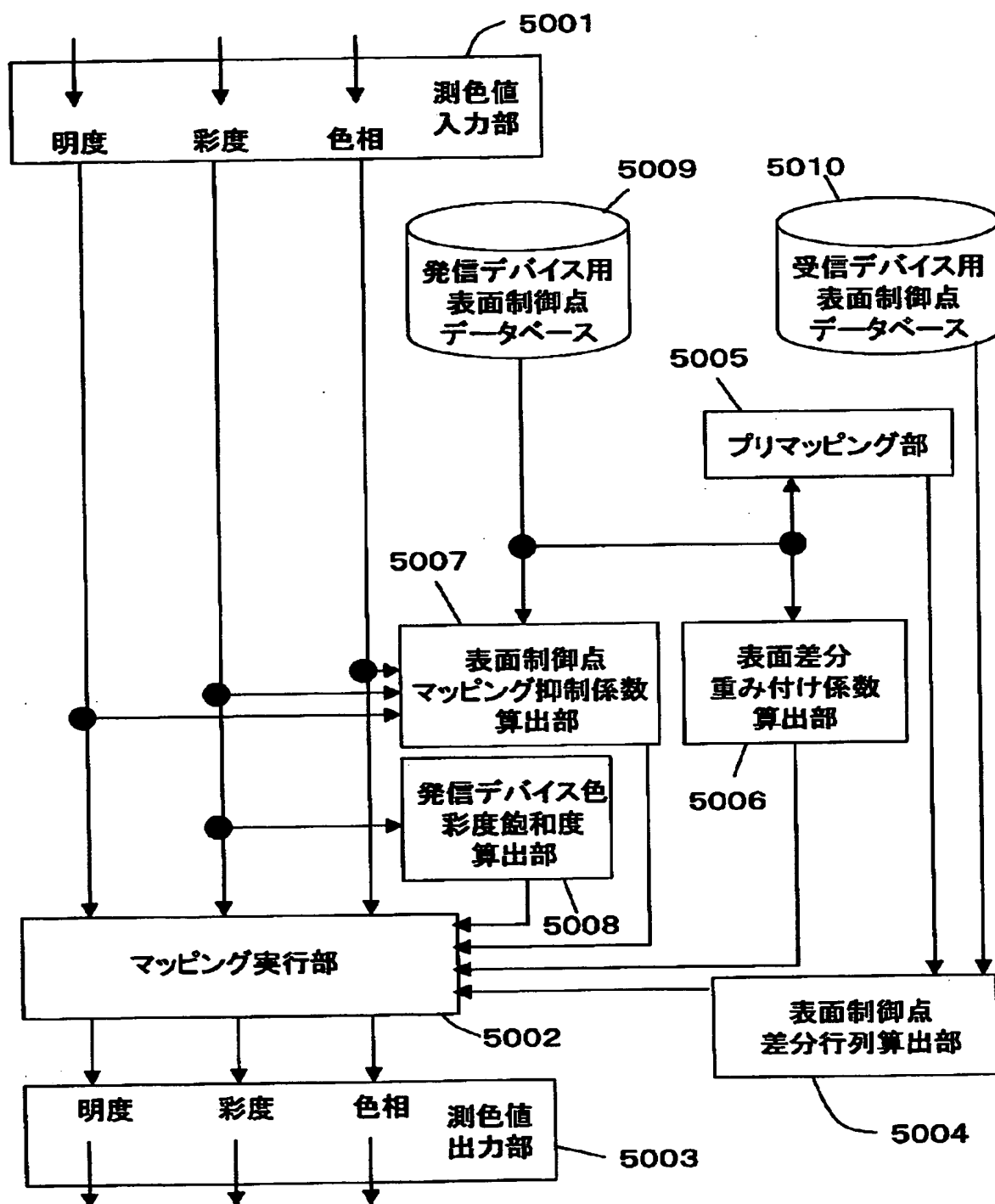
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 色情報を管理するカラーマネジメントシステムにおいて、システム全体に渡って色情報を正確に交換することを目的とする。

【解決手段】 発信デバイスの色の明度と彩度を変更して受信デバイスの色域外にある発信デバイスの色をすべて受信デバイスの色域内に一旦マッピングするプリマッピング部と、前記受信デバイスの色域内にマッピングされた色の明度、彩度、色相を変更して発信デバイスの色の色カテゴリと一致するように再マッピングを行うメインマッピング部とを備えたもので、発信デバイスの色と受信デバイスの色の色カテゴリカル特性が一致するように色域マッピング用の明度、彩度、色相の変更量を決定することにより、観察者の色知覚と色再現性の関係を定量的に把握して色域マッピングを設計できるという有利な効果が得られる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社